MANUAL de INSTRUCCION
PARA
PILOTOS PRIVADOS

ESTE MANUAL HA SIDO APROBADO POR LA EX DIRECCION GENERAL DE INSTRUCCION Y HABILITACION POR DISPOSICION Nº 6.012/66

BUENOS AIRES
1984

INSTRUCCIONES PARA INICIAR EL CURSO

El curso de Piloto Privado de avión puede realizarse en cualquier institución aerodeportiva —aeroclub— o escuela particular de pilotaje habilitada por la Dirección de Fomento y Habilitación.

Para hacerlo se cumplimentarán los siguientes requisitos:

Ser socio de una de las citadas instituciones o estar inscripto como alumno de una escuela particular de pilotaje.

Tener —como mínimo— 17 años cumplidos.

Poseer estudios primarios completos.

Presentar Libreta de Enrolamiento o Cívica y Cédula de Identidad Policial (1).

Los extranjeros no residentes presentarán su pasaporte con permiso de estadía en nuestro país por el tiempo de duración del curso.

Si el aspirante es menor de veintiún (21) años a la fecha de iniciación del curso, presentará una autorización del padre, madre viuda o tutor acreditado ante autoridad competente. La misma será avalada por autoridad policial, judicial o escribano público y confeccionada de acuerdo al modelo de la página siguiente.

Además de lo expresado, deberá someterse a un examen psicofisiológico en cualquiera de los Centros autorizados por el Instituto Nacional de Medicina Aeronáutica y Espacial, o directamente en el mismo, calle Belisario Roldán Nº 4651, Aeroparque de la Ciudad de Buenos Aires, y su realización deberá ser solicitada por nota de la institución aerodeportiva o escuela de pilotaje respectiva.

HASTA TANTO NO SE OBTENGA EL RESULTADO DEFINITIVO DE ESTE EXAMEN, EL ASPIRANTE NO ESTARA AUTORIZADO A INICIAR SU ACTIVIDAD COMO ALUMNO PILOTO.

Obtenida la calificación definitiva, el instructor asentará la fecha de vencimiento en la parte correspondiente del Libro de Vuelo y Curso de Instrucción Reconocida para Piloto Privado de Avión.

Si tuviera que renovarse la aptitud durante el curso, el alumno se someterá a un nuevo examen por lo menos treinta (30) días antes de su vencimiento, debiendo el instructor asentar en el referido libro, la nueva fecha a que ha sido autorizado.

(1) La cédula de identidad es documento imprescindible y sin exhibir la misma no será tomado el examen final.

AUTORIZACION DEL PADRE, MADRE VIUDA O TUTOR. (Unicamente para menores de veintiún (21) años a la fecha de iniciación del curso - Llenar con letra tipo imprenta)

POR LA PRESENTE AUTORIZO A MI HIJO .....

Libreta de Enrolamiento o Cívica Nº ..... *Cédula de Identidad Nº* .....

Policía de ..... *a realizar el curso de pilotaje en el aeroclub/escuela de pilotaje* .....

Lugar y fecha .....

.....

Firma del padre, madre viuda o tutor

La autoridad que suscribe certifica que la firma que antecede pertenece al señor .....

..... *(padre, madre viuda o tutor) y ha sido puesta en mi presencia.*

Lugar y fecha .....

.....

Firma aclaración y sello de la autoridad

Esta hoja será llenada por el instructor y retirada por el inspector cuando el alumno apruebe el examen para obtener su licencia de piloto privado.

NOCIONES DE AERODINAMICA Y TEORIA DEL VUELO

La atmósfera

La atmósfera, ese océano de aire que nos rodea y en el fondo del cual vivimos, se extiende desde la superficie de la tierra hasta una altura que —aún no determinada— llega desde cientos a miles de kilómetros.

Este aire tiene peso que es mayor en los niveles más bajos y disminuye con la altura. Por ser una mezcla de varios gases (78 % nitrógeno, 21 % oxígeno y 1 % de argón, criptón, anhidrido carbónico, etc.) está sujeto a las leyes que gobiernan a los mismos. Como éstos, es afectado por los cambios de temperatura los que a su vez afectan su densidad y con ella su presión.

Esta presión, que soportamos a diario es de aproximadamente 1,0545 Kg/cm² (15 Lbs/pulg²), es decir que una columna de aire de 1 centímetro de sección que se extienda desde el nivel del mar hasta la parte superior (límite) de la atmósfera, tendrá dicho peso.

A fin de obtener en forma rápida el valor de la presión atmosférica, se utilizan los barómetros de mercurio empleando en ellos el principio sentado por Torricelli que consiste en medir el desplazamiento del nivel del mercurio en un tubo de vidrio calibrado, con su parte superior sellada y la inferior sumergida en una cubeta conteniendo el mismo elemento. El valor normal de la presión atmosférica al nivel del mar es de 760 milímetros de mercurio, 1.013,3 milibares o 29,92 pulgadas a una temperatura standard de 15° C. (59° F.).

Perfiles aerodinámicos

Un perfil aerodinámico es un elemento que al desplazarse dentro de una masa de aire es capaz de producir sustentación. Las alas, superficies de cola, y las hélices, son buenos ejemplos de tales elementos.

Para nuestros fines definiremos como "perfil aerodinámico" a lo que resultaría de seccionar el ala de un avión verticalmente (fig. 1).

La parte delantera redondeada (1) es el "borde de ataque". La parte trasera y más fina del perfil (2) es el "borde de fuga" o "de salida".

Una línea que uniera ambos bordes imaginariamente se llama

"cuerda" (3) y en la práctica sirve para identificar el "ancho" del ala. La parte superior es denominada "extrados"; la inferior "intrados" y la distancia entre ambos (4) "espesor".

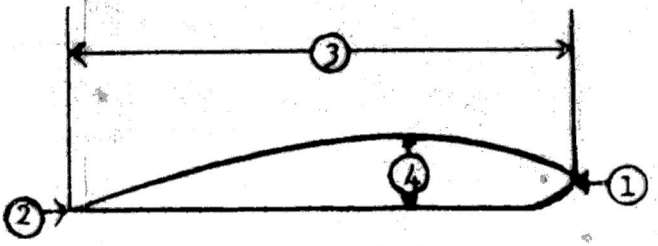


Fig. 1. — Perfil aerodinámico.

Efectos del aire sobre un perfil aerodinámico

El efecto del aire en movimiento sobre un perfil, puede descomponerse en dos fuerzas. Una perpendicular a la superficie del perfil y otra paralela a la cuerda del mismo (fig. 2).

La primera se denomina sustentación; la segunda resistencia al avance. El origen de la primer fuerza puede explicarse comparándola con la sensación experimentada por una persona que viajando en

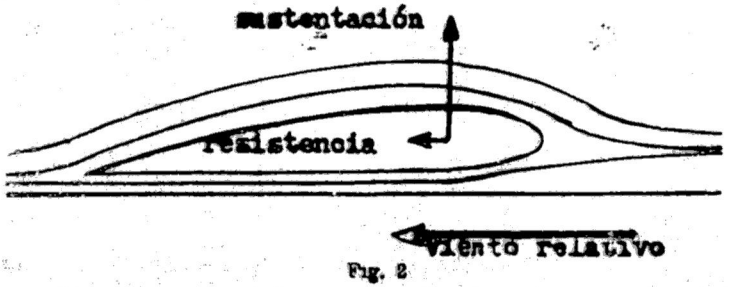


Fig. 2

automóvil toma con él una curva. Mientras mayor sea la velocidad con que lo haga, mayor será la tendencia a sentirse desplazado del asiento hacia uno de los costados por la fuerza centrífuga. Lo mismo ocurre con la resultante de los filetes de aire que chocan contra la parte delantera del perfil.

Los separados hacia arriba deben recorrer una superficie curva más larga que los separados hacia abajo, pero ambos deben llegar juntos al borde de salida. De hecho, los superiores viajan a mayor velocidad lo que origina una disminución en la presión sobre el dorso del perfil. En cuanto a los que recorren la parte inferior de éste, simplemente siguen su contorno (a ángulo de ataque 0°).

La suma de ambos efectos es la que crea la fuerza hacia arriba en sentido perpendicular a la cuerda del perfil, necesaria para que la aeronave vuele.

La diferencia de presiones existente entre las partes inferior y

superior del perfil, se explica en la ley física de Bernoullí que relaciona las presiones de los flúidos con su velocidad. De acuerdo a la misma, cualquier punto de alta velocidad —parte superior del perfil— es un punto de baja presión, en cambio un punto de alta presión —parte inferior del perfil— es inversamente un punto de baja velocidad (fig. 3).

Volviendo a nuestro ejemplo podríamos considerar a la depresión sobre el ala como a quien es desplazado en el automóvil al tomar

Fig. 3

la curva —parte superior del perfil—, siendo los filetes de aire los equivalentes al automóvil los cuales —excepto durante la pérdida de sustentación— nunca se apartan del primero.

Diferentes factores que afectan la sustentación y la resistencia al avance.

Angulo de ataque

Llámase así el ángulo formado por la cuerda del ala y la dirección del viento relativo (o entre la cuerda y la dirección del vuelo) (fig. 4)

Fig. 4

y no debe confundirse con el ángulo de incidencia. El último es fijo y está determinado por el fabricante del avión hallándose constituido por la cuerda del ala y el eje longitudinal de la aeronave tal como se muestra en la figura 5.

Fig. 5

Relación entre ángulo de ataque y sustentación

Cuando el primero es cero, la presión del aire sobre la parte inferior del ala es prácticamente igual a la atmosférica por lo que la sustentación es producida por la depresión sobre la parte superior de la misma; situación que continúa aún con pequeños ángulos de ataque (fig. 6).

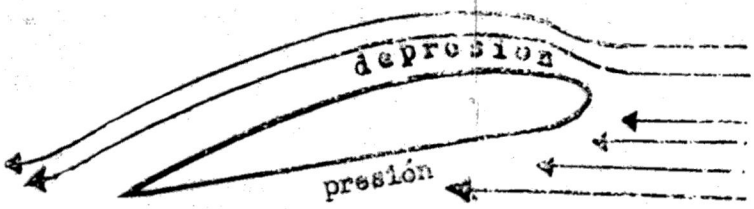


Fig. 6

Al aumentarse este ángulo el impacto del aire crea una presión positiva en la parte inferior del plano forzándolo hacia arriba, ayudando así a acrecentar la sustentación. Sin embargo, esta ayuda es sólo aparente y continúa mientras el ángulo de ataque no se exagere o, dicho en otros términos, mientras que la continuidad de los filetes de aire sobre la parte superior del perfil no se interrumpa, lo que ocurre al llegarse aproximadamente a los 20°.

En estos casos, la aparentemente mencionada ayuda, se convierte en lo contrario, o sea en resistencia al avance. Por supuesto que ello no ocurre de inmediato, ya que en realidad, todo aumento de sustentación basado en incremento del ángulo de ataque, trae de inmediato

Fig. 7

un aumento en la resistencia al avance, la que hace crisis —produciendo la pérdida de velocidad y con ella la de sustentación— al llegarse al citado ángulo de 15° a 20° (fig. 7 ejemplo ángulo de ataque de 20°).

Fig. 8

Torbellinos en un ala que con un ángulo de ataque de 20°, empieza a perder sustentación.

Efecto de la velocidad en la sustentación y la resistencia al avance

Al aumentarse la velocidad del avión en vuelo, se aumenta la sustentación y también la resistencia al avance. La primera como consecuencia del aumento de los efectos de presión y depresión en las partes inferior y superior del ala; en cuanto a la resistencia al avance también aumenta, ya que se ha demostrado que ambas son afectadas por los cambios de velocidad en una proporción igual al cuadrado de dichos cambios de velocidad. Esto significa que si una aeronave dobla su velocidad en vuelo manteniendo el mismo ángulo de ataque, la sustentación y la resistencia al avance se cuadruplican.

Efectos de la densidad del aire en la sustentación y resistencia al avance

La sustentación y la resistencia al avance varían directamente con la densidad del aire. Cuando la última es mayor, las dos primeras también son mayores o viceversa.

Tal como vimos anteriormente al tratar sobre la atmósfera, ésta es afectada por los cambios de temperatura dado su condición gaseosa.

Ello ocasiona que un aumento de la temperatura haga que el aire se expanda y con ello sea menos denso. Del mismo modo que una cantidad de vapor de agua pesará menos que la misma cantidad de aire seco, el aire húmedo pesa menos que el seco, caso que se da en días de elevada humedad relativa. De lo expuesto se deduce que a una combinación de temperatura y humedad relativa elevada, se asociará indudablemente una disminución considerable en la densidad del aire y con ello un apreciable decrecimiento en los valores de la sustentación y la resistencia al avance, lo que dará por resultado despegues más largos y un régimen ascensional menor en el mismo avión que normalmente desarrolla mejor performance.

Teniendo en cuenta igualmente que el aumento de la altura sobre el nivel del mar, hace que la presión atmosférica descienda de un modo tal que al llegar a los 11.250 metros (35.000 pies), sea sólo equivalente a 0,2812 Kgs/cm² (4 Lbs/pulg²) esto produce que

a esa altura el aire sea menos denso que en niveles inferiores.

Recordando que la disminución de la densidad del aire no afecta solamente la sustentación y la resistencia al avance, sino también el rendimiento de las hélices y la potencia desarrollada por los motores; deberán preverse tales factores en especial cuando se combinan —por ejemplo en días cálidos y húmedos, y operando en pistas o realizando vuelos a alturas considerables sobre el nivel del mar— a fin de evitar muy serios inconvenientes.

Espesor y forma de los perfiles aerodinámicos

El espesor del perfil de un ala, como así también su forma, puede variar de un tipo de aeronave a otra, ya que la elección del mismo depende de la función a que se destine cada una.

En general se pueden clasificar en tres tipos que se detallan a continuación (figs. 9, 10 y 11).

Fig. 9

CÓNCAVO CONVEXO: Utilizado en los primitivos aviones y planeadores, sus características son tales que pese a producir gran sustentación, su elevada resistencia al avance restringe su utilización en aeronaves modernas, excepto para las puntas de alas (bordes marginales), que en muchos casos adoptan este perfil.

Fig. 10

PLANO CONVEXO: Llamado de "alta sustentación", es el utilizado en la mayoría de los aviones de turismo, especialmente los que tienen recubrimiento de tela. Su desventaja con respecto a otros perfiles, radica en la resistencia al avance que no los hace del todo aptos para máquinas de gran rendimiento o velocidad.

Fig. 11

LAMINARES O SIMÉTRICOS: Llamados también "biconvexos", son utilizados casi en la totalidad de las máquinas modernas, ya que si bien es verdad que no poseen un coeficiente de sustentación tan elevado como los anteriores, su escasa resistencia al avance los hace

sumamente aptos cuando se desea obtener mayor velocidad, la que por otra parte, una vez conseguida, es mucho más fácil de mantener con menor tracción o potencia.

La menor sustentación que producen es compensada con la utilización de dispositivos hipersustentadores.

Dispositivos hipersustentadores

Los dispositivos hipersustentadores más comúnmente utilizados en los aviones livianos son los "flaps". El término flaps es empleado para identificar superficies móviles, que pueden ser operadas manual, eléctrica o hidráulicamente a voluntad del piloto, y que están colocadas en los bordes de salida de las alas, generalmente entre los alerones y el fuselaje (fig. 12).

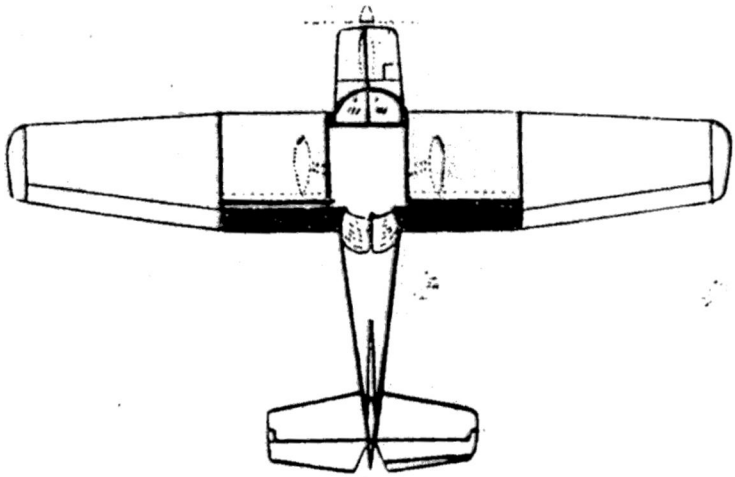


Fig. 12

Los flaps se extienden hacia abajo al ser aplicados, aumentando la curvatura del perfil y con ella la sustentación y resistencia al avance, permitiendo así que el ángulo de planeo sea más pronunciado sin aumento de la velocidad. Asimismo se obtienen con su uso despegues más cortos y vuelos a velocidades más reducidas sin pérdidas del control.

Diferentes tipos de flaps

Algunos tipos de flaps como el mostrado en la figura 13, solamente se extienden hacia abajo, mientras que otros, como se ve en la figura 14, lo hacen también hacia atrás, aumentando no sólo la

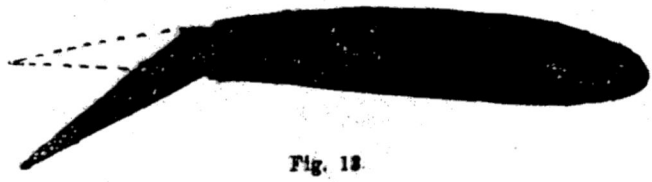


Fig. 13

curvatura del perfil, sino también su superficie, lo que los hace mucho más eficientes que los de tipo convencional.

Fig. 14

Ranuras

Las ranuras o "slots" son otro tipo de hipersustentadores que adoptan la forma de aberturas en los bordes de ataque de las alas. Hacen que los filetes de aire mantengan su adherencia al perfil a mayores ángulos de ataque, consiguiéndose de este modo velocidades

Fig. 15

más bajas sin pérdida de sustentación con mejor control sobre los alerones (fig. 15).

Aletas hipersustentadoras

Estas pueden ser comandadas o automáticas; en los dos casos están colocadas a lo largo del borde de ataque y al accionar "aumentan" el ancho o cuerda del perfil y también —por su forma— desvían igual que las ranuras los filetes de aire, manteniéndolos más tiempo adheridos a la parte superior del ala con lo que se consigue velocidades menores sin perjuicio de la sustentación (fig. 16).

Fig. 16

En algunos tipos de aviones se utiliza una combinación de flaps, aletas y/o ranuras conjuntamente, pero lo más común es —como dijimos— el uso de los flaps, especialmente en los aviones livianos.

Frenos aerodinámicos

Como su nombre lo establece, estos dispositivos utilizados en casi todos los aviones de alta velocidad, cumplen la función de disminuir la misma cuando ello es necesario.

Se diferencian de los citados con anterioridad (hipersustentadores) en que sólo crean resistencia al avance o, en algunos casos, destruyen la continuidad de los filetes de aire, disminuyendo así la sustentación.

Spoilers

Estos elementos pueden considerarse frenos aerodinámicos. Consisten en unas aletas (fig. 17) generalmente de forma rectangular, que pueden ser extendidas a voluntad del piloto hacia arriba y

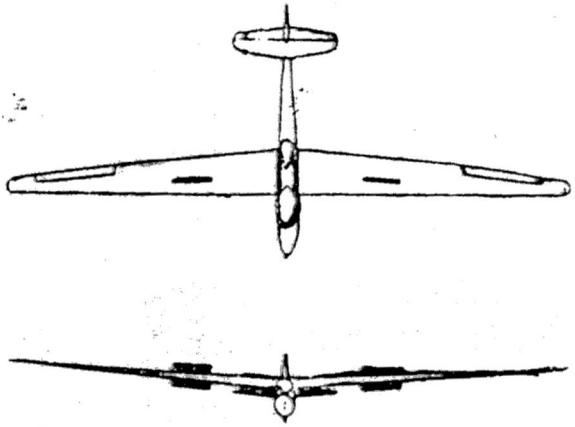


Fig. 17

abajo de las partes superiores e inferiores de las alas, en sentido perpendicular a la cuerda del perfil. De este modo, al interponerse a los filetes de aire, consiguen un doble efecto:

a) Producir la rotura de los mismos disminuyendo la sustentación en la parte de ala afectada por su aplicación.

b) Acrecentar la superficie frontal aumentando la resistencia al avance de la aeronave.

Generalmente se utilizan en los planeadores de gran rendimiento para disminuir la sustentación en los aterrizajes, evitando que éstos "floten" excesivamente después de la restablecida previa a los mis-

mos. En otros casos sirven para acortar los planeos y en cierto tipo de aviones comerciales se aprovecha la particularidad de disminuir la sustentación, utilizándolos combinados con los alerones para controlar más efectivamente los movimientos alrededor del eje longitudinal.

Cuando su función es la de frenos, están instalados en la cercanía de las raíces de las alas, donde éstas tienen su cuerda máxima. Con ello se previene la posibilidad que al ser empleados, ocasionen pérdida de efectividad en el control lateral (alerones) ya que estos últimos están alejados de las partes de ala afectada por ellos.

En cambio, cuando se emplean combinados, están colocados entre los alerones y la raíz de cada ala y actúan —limitadamente— sobre la parte superior de los perfiles.

Existen asimismo casos en que los "spoilers" cumplen una función doble, es decir que, limitado su desplazamiento ayudan al control lateral —a altas velocidades— para ser directamente "frenos", al aplicarse hasta el máximo de su desplazamiento.

Fuerzas y momentos que actúan en un avión en vuelo

Sobre un avión en vuelo actúan cuatro fuerzas, dos verticales y dos horizontales. Cada una de ellas es opuesta a la otra, siendo posible conseguir —dentro de ciertos límites— que dos de ellas varíen

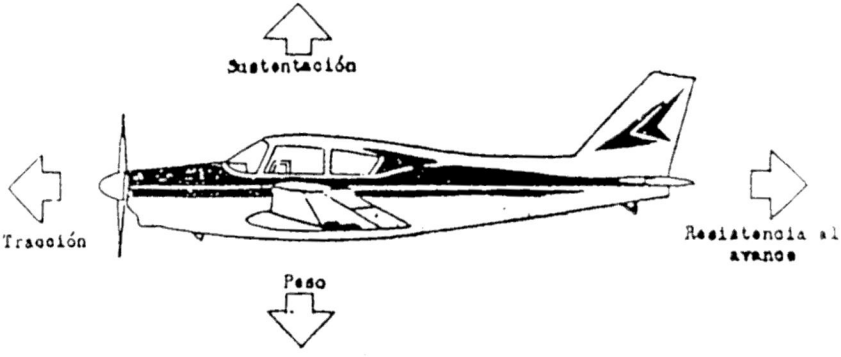


Fig. 18

a voluntad del piloto cada uno de los valores mencionados en dos sentidos: hacia adelante (tracción) y hacia arriba (sustentación).

En cuanto a las restantes —"resistencia al avance" y "peso"— son constantes, por depender directamente del diseño y características físicas de cada aeronave.

Considerando lo expresado, deducimos que dos de las fuerzas citadas, son positivas y las restantes negativas. En cuanto a los momentos son variables; vale decir que, en relación a su punto de

aplicación, pueden ser positivos o negativos. La figura 18 muestra gráficamente cómo actúa cada una de las fuerzas precitadas.

Torque, cupla o par de torsión de la hélice

Llámase así al momento desarrollado en sentido opuesto a la dirección o sentido de giro de la hélice, causado por la rápida rotación de ésta a través del aire.

Sus efectos son compensados dando más incidencia positiva al ala del lado opuesto a su giro y también con la colocación apropiada del plano fijo vertical o de deriva del empenaje, con respecto al centro del eje longitudinal. Generalmente se usa una combinación de las dos correcciones mencionadas, las que se ajustan de modo que actúen en la gama de las velocidades de crucero a fin de evitar esfuerzos al piloto en vuelos de larga duración. En los últimos años se ha generalizado el uso en casi todos los tipos de aviones —excepto en los muy pequeños— de los llamados "trim tabs" en los timones de dirección; con ellos el piloto puede corregir en cualquier gama de velocidad los efectos de torque.

Es conveniente destacar que en contra de la creencia general, este efecto solamente no es la principal causa que ocasiona la tendencia a girar en sentido opuesto al de la hélice a las aeronaves, especialmente durante los despegues y ascensos. En realidad es sólo uno de los factores concurrentes, siendo el principal de ellos el que veremos a continuación (factor "P") al que se suma también la reacción en sentido opuesto al giro del cigüeñal, de la masa del motor, tendencia que a través de la bancada es trasmitida al fuselaje, y por su intermedio a todo el conjunto del avión.

El factor "P"

La tendencia a girar a la izquierda de los aviones equipados con tren de aterrizaje convencional durante la carrera del despegue, es un factor que con frecuencia confunde a los alumnos y pilotos poco experimentados, en el mantenimiento del control direccional. Este efecto es comúnmente atribuido al "torque". Sin embargo, el torque producido por el motor, es una de las causas menos importantes en el efecto que nos ocupa. El más importante es en verdad, que los ángulos de ataque de las palas de la hélice, son diferentes según asciendan o desciendan con respecto al viento relativo a ellas. Esto es más notable en los aviones lado a lado, con fuselaje corto, cuando ruedan en posición de tres puntos en tierra y se denomina factor "P" (derivado de "PROPELLER": hélice en inglés) y se ilustra en la figura 19.

Como podemos ver en la misma, el efecto aumenta en relación al incremento del ángulo existente entre la dirección del movimiento de la aeronave y el eje de la hélice, ya esté la máquina en tierra o en vuelo.

Este ángulo puede existir debido a las características físicas del

avión (cola baja en un avión de tren convencional) o por volar con un ángulo de ataque considerable (tal como en los ascensos o en vuelo lento con potencia). Las palas de las hélices son perfiles aerodinámicos en escala reducida, y por lo tanto dependen en gran parte de su ángulo de ataque para producir sustentación, que en este caso es la fuerza de tracción hacia adelante necesaria para crear la velocidad con que el avión vuela. Volviendo a la figura (aeroplano con ángulo de ataque positivo) vemos que la pala que desciende (la del lado derecho vista desde la cabina) tiene un ángulo de ataque mayor que la otra (pala izquierda vista desde el mismo punto). Esto ocasiona una tracción mayor del lado derecho porque la pala descendente dado su mayor ángulo tiende a tirar ese lado hacia adelante, haciendo por consiguiente que todo el conjunto del avión gire a la izquierda. Inversamente, un ángulo de ataque negativo en el avión (picada) producirá una mayor tracción en la pala ascendente, siendo esta última causa que la máquina gire a la derecha.

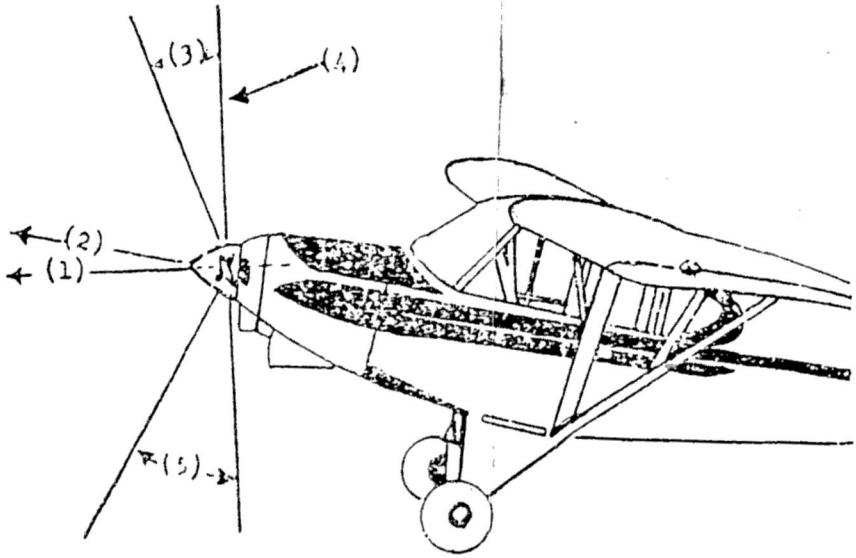


Fig. 19

(1) Dirección del movimiento. (2) Línea eje de la hélice. (3) Angulo de la pala ascendente (izquierda). (4) Plano de tracción efectiva. (5) Angulo de la pala descendente (derecha).

El mismo principio se aplica para los multimotores como lo demuestra la figura 20. La tracción hacia adelante de la pala descendente del motor número 1, es igual a la misma del motor número 2; sin embargo, el centro de tracción de el motor citado en primer término, está más cerca de la línea central del avión que la del motor restante, siendo por lo tanto el momento de giro entre este último y la línea central más considerable (mayor brazo de palanca).

Estos mismos efectos y razonamientos se aplican a todos los aviones cualquiera sea el número de sus motores y a cualquier ángulo de ataque siempre que la rotación de la hélice sea en el sentido de las agujas del reloj, vista desde el puesto de piloto.

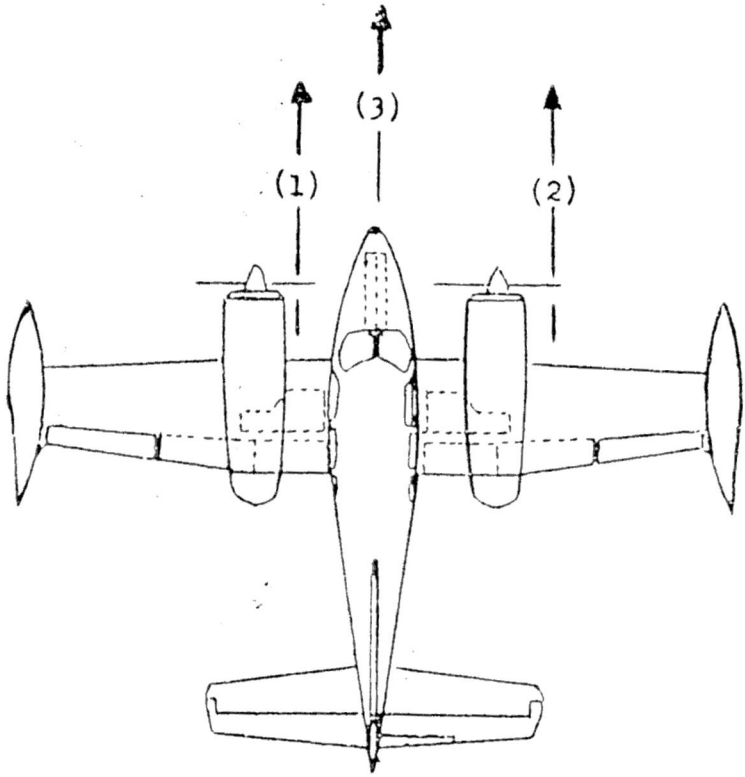


Fig. 20

(1) Tracción motor izquierdo. (2) Tracción motor derecho. (3) Línea eje.

Los tres ejes del avión

Tal como podemos observar en la figura 21, una aeronave cualquiera (avión o planeador) puede moverse o girar en forma controlada alrededor de tres ejes imaginables que son:

1. Longitudinal; desde la hélice hasta el timón de dirección. Alrededor del mismo se obtiene el movimiento de inclinación o alabeo.
2. Transversal; a lo largo de la envergadura de las alas. El giro alrededor de éste, es denominado cabeceo (ascenso o descenso).
3. Vertical; este eje imaginario, perpendicular a los dos anteriores, es el centro de los movimientos de giro.

Los ejes que nos ocupan pasan a través del centro de gravedad del avión y el control sobre cada uno de ellos se obtiene en el orden expresado con: alerones, timón de profundidad y timón de dirección.

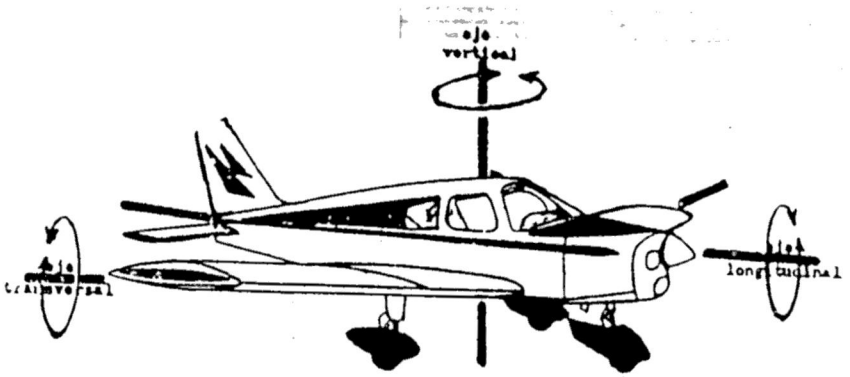


Figura 21

Estabilidad

Se define así a la propiedad de un cuerpo (o la de la masa que lo compone), de desarrollar fuerzas o momentos de tal naturaleza que tiendan a restaurar su posición original, cuando su estado de reposo o de movimiento uniforme, ha sido perturbado por una acción externa.

Esta propiedad puede subdividirse en tres clases:

a) Positiva; el cuerpo vuelve por sí sólo a su posición original. Ej.: un cono o una pirámide apoyados sobre su base si son movidos ligeramente de su posición normal.

b) Negativa; el cuerpo no vuelve a su posición original cuando es perturbado. Ej.: los cuerpos citados en el punto anterior cuando, apoyados sobre sus vértices, son perturbados.

c) Neutra; el cuerpo permanece en equilibrio cualquiera sea la posición que se encuentre. Ej.: Una esfera en un plano recto horizontal.

En un avión, las condiciones de estabilidad deben ser tales que permitan que el piloto no necesite prestar continua atención al manejo de los mandos para conseguir que el primero mantenga una posición normal de vuelo. A tal efecto se requiere que las aeronaves posean estabilidad positiva sobre cualquiera de sus ejes, dentro de los límites de posición normales en que se utilizarán las máquinas.

Estas condiciones son proporcionadas por los fabricantes de forma tal que, actualmente, es menor el esfuerzo físico necesario para manejar un avión que para guiar un automóvil.

Asimismo cualquier avión moderno abandonado a su propia suerte en un ascenso, picada, inclinación o giro, recuperará por sí mismo en un tiempo relativamente corto (siempre que cuente con la altura suficiente y tenga debidamente corregidos sus "tabs" o comando de incidencia), la posición de vuelo recto y nivelado sin ayuda del piloto, del mismo modo que asumirá, después de unas cuantas oscilaciones, un planeo normal si en la condición anterior se le reduce su motor y se sueltan sus mandos.

Efectos del viento sobre el avión en vuelo y durante el aterrizaje

Como veremos al estudiar meteorología, viento es en esa materia, la definición que se da al aire en movimiento con relación a la superficie de la tierra.

Por lo tanto, cuando en los partes meteorológicos se lee: "viento de los 360° a 25 nudos (46 kilómetros), ello significa que el aire se mueve de norte (360°) a sud a una velocidad de 46 kilómetros horarios.

En tales condiciones cualquier objeto inerte y libre del contacto terrestre, será movido en dirección sud cuarenta y seis kilómetros en una hora. Este efecto es fácil de apreciar observando el movimiento de las nubes, polvo, humo, papeles u hojas sueltas, etc., arrastrados por el viento.

Del mismo modo una aeronave volando dentro de una masa de aire que se mueve se verá afectada por el mismo efecto. Sin embargo, un avión se mueve a través del aire al mismo tiempo que este último lo hace respecto a la tierra.

En consecuencia, al cabo de una hora de vuelo, la posición del aeroplano será la resultante de la combinación del movimiento propio a través del aire y del movimiento de este último respecto al terreno sobrevolado.

Dicho en otros términos: el viento puede aumentar o disminuir la velocidad propia de cualquier avión cuando durante el vuelo se desplace de cola o de frente, respectivamente; o producir deriva cuando la dirección de marcha no coincida con su cauce.

Sin embargo, un piloto volando dentro de una masa de aire en movimiento (a menos que exista turbulencia) no notará tales efectos aún con velocidades de viento considerables, salvo que se fije en el terreno, ya que una vez en vuelo, el primero no afectará la maniobrabilidad de la máquina o la marcación de sus instrumentos.

Es interesante detenerse a meditar que pese a estar plenamente demostrado que el viento no ejerce efecto alguno sobre la maniobrabilidad del avión, son muchos los accidentes atribuidos a que se realizó un viraje a baja altura con viento fuerte de cola, lo que originó que la máquina perdiera sustentación por tal causa.

Lo que en realidad sucedió en la mayoría de estos desgraciados sucesos fue que el piloto, observando el terreno, creyó estar volando "muy rápido" y para acomodar la maniobra a la necesidad del momento —de acuerdo a esa falsa sensación— levantó la proa del avión hasta obtener la que le pareció correcta. Como resultado, la máquina entró en pérdida de sustentación, no porque el viento de cola disminuya la misma o capacidad de maniobra de la aeronave, sino por aumentar excesivamente su ángulo de ataque sin prestar atención a la posición de la nariz del avión respecto al horizonte, no tener en cuenta las indicaciones del velocímetro, ni tampoco notar la disminución del sonido producido por la marcha del avión a través del aire. Todos estos detalles deben ser tenidos muy en cuenta al realizar

maniobras a baja altura en días de viento intenso, del mismo modo que no debe dejarse de controlar la marcación del cuenta revoluciones —otro elemento valioso como medio de consulta para casos como el que estamos empeñados— ya que son muchos los pilotos que instintivamente reducen el motor cuando creen —debido a la ya citada ilusión óptica— que la máquina está volando "picada".

Merece un párrafo aparte el efecto del viento arrachado —"ráfagas"— sobre un avión en vuelo. Para entender en qué forma lo afecta, podríamos comparar el aire calmo con el mar en iguales condiciones. Del mismo modo podemos compararlos nuevamente cuando ambos se encuentran afectados por condiciones meteorológicas desfavorables. En nuestro caso, las corrientes ascendentes o descendentes y las ráfagas, equivalen a las olas existentes en una tormenta marina que adquieren mayor o menor altura según la violencia de la misma.

Si comparamos la estructura de un barco con la de un avión, no podemos menos que creer que es imposible que el último soporte los extraordinarios esfuerzos a que lo someten las "rachas". Sin embargo, dentro de los límites previstos por el fabricante cualquier aeronave moderna está en condiciones de resistir cargas bastante elevadas SIEMPRE QUE EL PILOTO LA OPERE CORRECTAMENTE Y SIN SALIRSE DE LAS ESPECIFICACIONES CONTENIDAS EN EL MANUAL DE OPERACIONES. Tal como lo especifica uno de estos manuales: "el mejor avión del mundo, con los más avanzados instrumentos es algo inútil en manos de personal inexperto o desentrenado. Por lo tanto si planea volar por instrumentos, el piloto debe estar seguro de ser una parte más de ellos; de no ser así no debe intentarlo".

Como no es solamente volando por instrumentos cuando se puede llegar a la necesidad de afrontar turbulencia, es conveniente saber que la forma más segura de prevenir las consecuencias de la misma, es disminuir la velocidad de vuelo en la medida que ello sea posible sin riesgo de llegar a la pérdida de sustentación. Igualmente debe evitarse toda maniobra violenta cuando se está operando en estas condiciones y lo más efectivo es —cuando ello sea posible— cambiar de altura o posponer el vuelo. Por supuesto que lo expresado en último término se refiere a condiciones muy severas o para personal con muy poca experiencia.

En los demás casos, el empleo de los métodos aconsejados junto con sentido común, serán suficientes para salir de la situación sin mayores problemas.

Hemos visto hasta el presente los efectos del viento sobre el avión en vuelo. Durante los aterrizajes hasta el momento de tocar tierra, los efectos son los mismos.

A partir de este momento, lo que en el aire es simplemente aumento o disminución de velocidad (o deriva en caso de viento de costado), puede transformarse desde una maniobra normal cuando se aterriza contra el mismo, hasta un choque con el alambrado perimetral u otro obstáculo si se lo hace con viento de cola; sin contar con

la posibilidad de hacer un involuntario "trompo" cuando se aterriza con viento de costado sin corregir sus consecuencias, especialmente con aviones convencionales.

Analizados en detalle cada uno de los tres casos vemos que:

1º Con viento de frente: se acortará la carrera en tierra, será más fácil mantener la dirección de marcha y casi no será necesario el uso de los frenos.

2º Con viento de cola: será necesario mayor cantidad de pista para detener el avión, la aproximación será más "larga" y si ello no se prevé, es muy posible que se tome contacto con el terreno bastante adentro de la cabecera de entrada. Por tal motivo el uso de los frenos será imprescindible y si el viento es muy fuerte existe la probabilidad de un "trompo" cuando la velocidad de la máquina en tierra llegue a ser menor que la de éste, debido a la inefectividad de los mandos por esta causa.

3º Con viento de costado: puede hacerse contacto con el suelo derivando, lo que ocasionará fuertes cargas al tren de aterrizaje. Además de lo expresado, es en estas condiciones cuando es más probable llegar al "trompo" debido al llamado "efecto de veleta" que afecta a todos los aviones convencionales durante su operación en tierra.

A los efectos enunciados podemos agregar que las rachas también afectan a los aviones durante los aterrizajes, haciendo que por su causa se produzcan ascensos o descensos verticales durante la aproximación; sin embargo todos ellos son factibles de correcciones relativamente simples si se opera la aeronave con sentido común y conocimiento de ella.

Efecto de veleta

Llámase así a la tendencia del avión a enfrentarse al viento cuando está en tierra, tal como lo hacen las veletas indicadoras.

Esta tendencia es debida a que siendo menor la distancia existente entre las ruedas delanteras y la hélice (en un avión convencional), que la que media entre las primeras y la rueda o patín de cola, el viento actúe sobre la parte del fuselaje citada en último término haciéndolo girar hasta encauzarlo con la dirección que sopla. Este efecto es mayor a mayor velocidad del viento, del ángulo con que lo ataca y menor la velocidad del avión y es causa de dificultad durante los carreteos con viento de costado, especialmente si no se cuenta con frenos o los mismos no actúan propiamente. En estos casos es conveniente recordar que el tratar de aumentar la velocidad de la máquina para que sus mandos sean efectivos, ocasionará si el efecto de veleta se produce, que el giro durante el mismo sea más violento con las consecuencias previsibles. En cambio, si debido a la inefectividad de los mandos por acción del viento la máquina gira hasta enfrentarlo corriendo a una velocidad reducida, ocurrirá solamente

que la operación deberá iniciarse de nuevo anticipándose a los cambios de frente involuntarios que ocasiona la tendencia que analizamos.

Aun cuando el uso de cada vez mayor de aviones del tipo de tren de aterrizaje triciclo hace a diario más fácil la operación en tierra de cualquier aeronave, es necesario recordar que excepto en lo referente al efecto de veleta, los demás efectos discutidos permanecen igual en cualquier tipo de avión durante el aterrizaje y por supuesto también durante el despegue, en el que se aplican en sentido inverso todas las correcciones empleadas durante la maniobra citada en primer lugar.

Factor de carga

Llámase así a la suma de todas las presiones de aire que actúan hacia arriba sobre el ala de un avión, produciendo un resultado neto aproximadamente igual al peso total del mismo. El resultado sería exactamente igual si no existieran cargas de aire actuando sobre el fuselaje y las superficies de cola.

Factor de carga límite

Llámase de este modo a las veces que la estructura de un avión puede soportar su propio peso sin sufrir roturas.

Este factor está dado por el fabricante y nunca debe sobrepasarse. Está indicado por una línea roja en el velocímetro e indica la velocidad máxima a que puede llegarse en una picada y claramente especificado en el manual de operaciones respecto a las maniobras y velocidades con que deben realizarse; lo mismo que las cargas máximas que pueden llevarse en cada caso particular.

Como el factor de carga puede cambiarse sin que varíe el peso de la máquina —debido a las maniobras— las velocidades con que pueden efectuarse las mismas sin peligro se denominan "velocidades de maniobras" y sus límites están indicados en los velocímetros por un arco de color verde.

Es común que el fabricante especifique los factores de carga en unidades "G" (valor de la fuerza de gravedad); por lo tanto puede tomarse como regla general que un avión capaz de soportar tres unidades "G" estará en condiciones de aguantar esfuerzos iguales a tres veces su propio peso.

Aceleraciones debidas al bastón de mando en vuelo horizontal

Si en un avión que vuela recto y nivelado a una velocidad mayor que la mínima de vuelo, se tira bruscamente la palanca o volante hacia atrás, se cambia el ángulo de ataque. Con este cambio el coeficiente de resistencia también se modifica y dado que el primero será mayor, también aumentará la segunda.

Debido a la inercia, el cambio de velocidad no será instantáneo y por un corto período la máquina volará con su velocidad original pero a un ángulo de ataque muy grande, por lo que la sustentación se hará también elevada lo que ocasionará un notable aumento del factor de carga debido a la ya citada inercia de toda la masa de la

aeronave.

Aceleraciones producidas por las ráfagas

Se ha comprobado que en algunos casos las corrientes de aire verticales causan cargas más severas que las más bruscas aplicaciones del timón de profundidad.

Cuando un avión vuela a alta velocidad con un ángulo de ataque pequeño y de pronto encuentra una corriente de aire que se mueve verticalmente hacia arriba, el viento relativo cambia su dirección puramente dirigida hacia atrás, en otra en sentido oblicuo, hacia atrás y arriba, lo que ocasiona si la ráfaga no tiene regiones de transición en sus bordes; que el ángulo de ataque cambie bruscamente llegándose así a una duplicación de los efectos tratados en el punto anterior.

A fin de tener una idea de la importancia que tienen sobre la integridad del avión las ráfagas, una de las condiciones que se exige tenga un avión moderno, es la de resistir una corriente ascendente de 9,15 metros por segundo.

Aceleraciones a las salidas de las picadas

La velocidad máxima que puede lograr un aeroplano se obtiene cuando desciende verticalmente y la resistencia iguala al peso.

Si en este instante el piloto trata de restablecer su vuelo horizontal, debe vencer una carga enorme sobre el timón de profundidad. El cambiar de posición este comando requiere cierto intervalo, pero si la máquina está equipada con dispositivos compensadores, el esfuerzo necesario no será tan grande y por lo tanto sus movimientos serán rápidos ocasionando fuertes aceleraciones.

Por consiguiente, las recobradas de las picadas deben efectuarse siempre en forma suave, debido al riesgo de resentir la estructura de la aeronave o en algunos casos de llegar hasta el desprendimiento de los planos.

Efectos fisiológicos de las aceleraciones

Las aceleraciones producen en el piloto sensación de malestar y, si son muy severas, pueden llegar hasta incapacitarlo permanentemente.

Puede decirse que el piloto debe ver en sus reacciones físicas una especie de aviso de las tensiones y cargas que está ejerciendo sobre su avión.

Definiciones

Centro de gravedad: Es el punto alrededor del cual un objeto se balancea (adopta un equilibrio indiferente).

Momento: Es el producto obtenido de multiplicarse una fuerza o peso por la distancia a la que se aplica.

Fuerza: Se puede definir como lo que obliga a un cuerpo u objeto a cambiar de su estado de reposo —velocidad cero— o de cualquier otro estado o velocidad a uno diferente.

Suma de fuerzas: Pueden darse fuerzas concurrentes o paralelas. En el primer caso pueden sumarse trazando un paralelogramo cons

truido por las fuerzas componentes, siendo la resultante o sea la diagonal del mismo, la suma de ellas. Este método se denomina "gráfico o vectorial". Cuando las fuerzas son paralelas deben sumarse empleando el sistema algebraico.

Velocidad: Llámase velocidad al resultado de dividir la distancia recorrida por un objeto respecto al tiempo empleado.

Aceleración: Es el incremento de velocidad en la unidad de tiempo.

Aumento del factor de carga en los giros

Una de las maniobras fundamentales de vuelo son los giros. Por medio de ellos el piloto puede maniobrar su avión con respecto a referencias terrestres o simplemente ajustar su trayectoria a cada necesidad. Tal razón hace de éstos una de las primeras que aprende a realizar el alumno y por lo tanto después de un período de práctica, cuando adquirió cierto dominio sobre el avión, los ejecuta sin prestarle aparentemente una atención concentrada.

Sin embargo, lo que parece ser algo tan simple y carente de problemas, merece cierto estudio debido a que si bien es verdad que los giros no son difíciles de realizar también es muy cierto que constituyen una de las maniobras que pueden ocasionar un severo aumento del factor de carga y con ello incrementar la velocidad de entrada de la máquina en pérdida de sustentación.

El aumento del factor de carga en cualquier giro se debe a que durante el mismo se genera una fuerza que no está presente en el vuelo recto y nivelado —la fuerza centrífuga—. Esta fuerza se puede apreciar en la común experiencia de hacer girar una piedra atada a un hilo; a mayor velocidad que se imprima a ésta, más será su tendencia a tratar de estirarlo creando una fuerza hacia afuera.

Para el caso que tratamos el avión representa a la piedra y la tensión del hilo la sustentación.

En un avión el giro es mantenido por la sustentación a lo largo de una trayectoria curva con la fuerza centrífuga creada por el mismo.

Por lo tanto el ala debe producir la sustentación necesaria para sostener la máquina, más la extra requerida por la ya citada fuerza.

El incremento de sustentación se obtiene aumentando el ángulo de ataque con una mayor presión hacia atrás en el comando de profundidad. A medida que el giro es más escarpado, se deberá acrecentar esta presión con lo que también se acrecienta la fuerza centrífuga. De allí que en cualquier aeronave volando en una trayectoria curva, la carga soportada por las alas, es mayor que para el vuelo recto y nivelado debido al aumento del factor de carga.

Esta situación hace que se produzca asimismo un aumento en la velocidad con que el avión entrará en pérdida, la que será mucho más elevada a medida que se aumenta el grado de inclinación.

Para mayor ilustración en la figura 22 y en la tabla adjunta (tabla 1), se muestran los valores de los factores de carga e incremento de la velocidad de pérdida de sustentación para diferentes grados de inclinación.

Generalizando podemos decir que en todos los aviones de escuela y entrenamiento actualmente en uso, la inclinación máxima a utilizar en virajes continuados no debe exceder los setenta (70) grados.

De "Private Pilot's Handbook". Cortesía de la

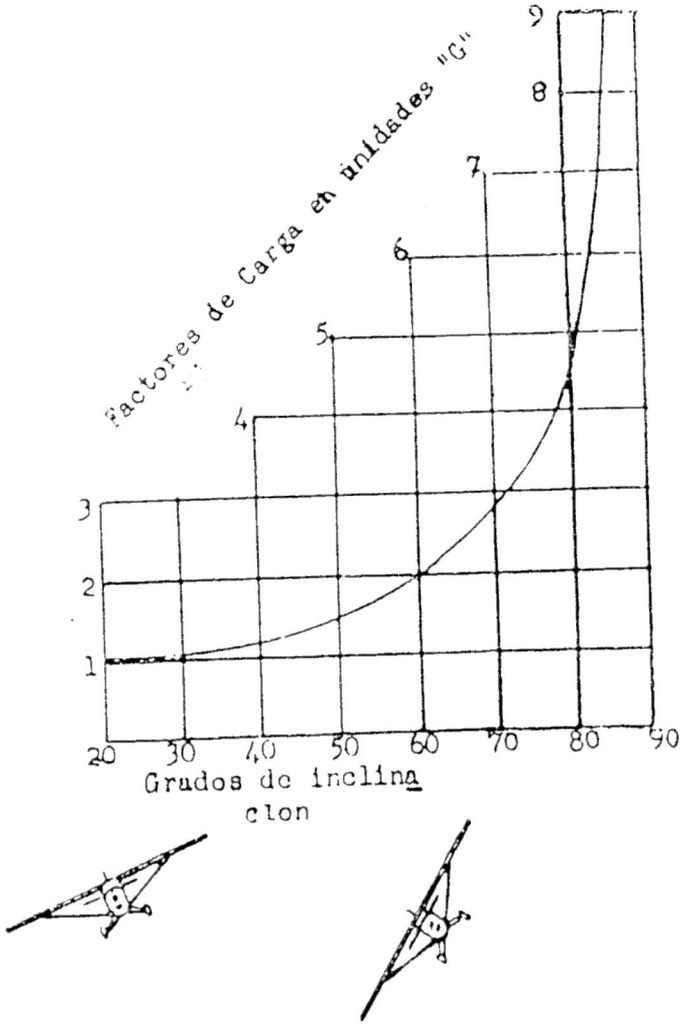


Fig. 22

TABLA 1

Efectos de la inclinación en las pérdidas de sustentación

Angulo de las alas con la horizontal	Aumento de la velocidad normal de pérdida (%)	Velocidad de pérdida real		Factor de carga necesario
		K.P.H.	M.P.H.	
0°	0	60,8	38	1
10°	0,5	61,1	38,2	1,01
20°	3	62,7	39,2	1,06
30°	7	65,1	40,7	1,15
40°	14,4	69,6	43,5	1,31
50°	25	76	47,5	1,56
60°	41,4	85,9	53,7	2
70°	71	104	65	2,92
80°	240	145,9	91,2	5,75

Peso y balanceo

Para que el vuelo del avión cumpla con los requisitos de seguridad, como cuerpo físico en movimiento, debe reunir dos condiciones fundamentales. La primera de ellas, es la ESTABILIDAD y la segunda EL CONTROL.

La estabilidad, se relaciona con el equilibrio, mientras que el control es función de los comandos.

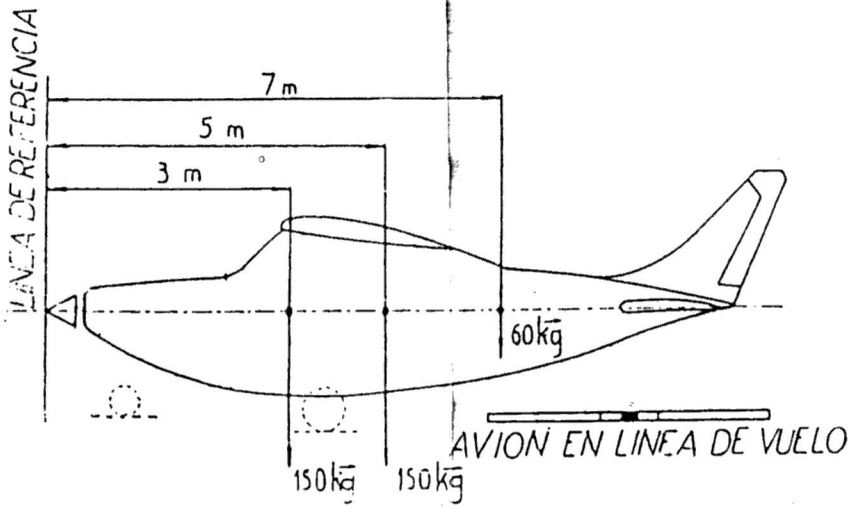
El equilibrio dinámico del avión en vuelo, depende de una NECESIDAD estática básica: LA DISTRIBUCION DE LOS PESOS, que se conoce como una condición de estiba o estibaje y no es otra que la forma correcta de distribuir a los pasajeros y cargas en los lugares o comportamientos respectivos. Si dicha distribución es incorrecta, aparte de la utilización excesiva de los "TRIM-TABS" o compensadores, se correrá el riesgo de provocar un accidente de graves consecuencias.

El piloto deberá conocer entonces el "Manual del Propietario" (OWNER MANUAL) o "Manual de Operaciones"; particularmente las limitaciones que tiene el desplazamiento del C.G. según la distribución de los pesos.

Como regla general, si el brazo de palanca es mayor, como ocurre por ejemplo al desplazar la carga hacia la cola, aunque el peso sea el mismo, se tendrá una ampliación del trabajo que efectúa la fuerza respectiva.

El C.G. (Centro de Gravedad), se desplazará hacia atrás y el avión se encontrará más "pesado de cola"; ocurriendo todo lo contrario si la carga se ubica hacia adelante del C.G.; o sea que el avión se encontrará más "pesado de nariz".

En el siguiente ejemplo, veremos cómo puede hallarse la posición del C.G. según la distribución de los diferentes pesos:



la distancia "d" desde la línea de referencia, en que se encuentra la posición longitudinal del C.G. es:

$$d = \frac{\text{momento total de fuerzas}}{\text{pesos totales}}$$

Según los valores numéricos:

$$d = \frac{150\ \text{kg} \times 3\ \text{m} + 150\ \text{kg} \times 5\ \text{m} + 60\ \text{kg} \times 7\ \text{m}}{150\ \text{kg} + 150\ \text{kg} + 60\ \text{kg}}$$

$$d = \frac{450\ \text{kgm.} + 750\ \text{kgm} + 420\ \text{kgm.}}{360\ \text{kg}}$$

$$d = 4{,}50\ \text{m}$$

NOMENCLATURA DEL AVIÓN PIPER CUB SPECIAL PA-11

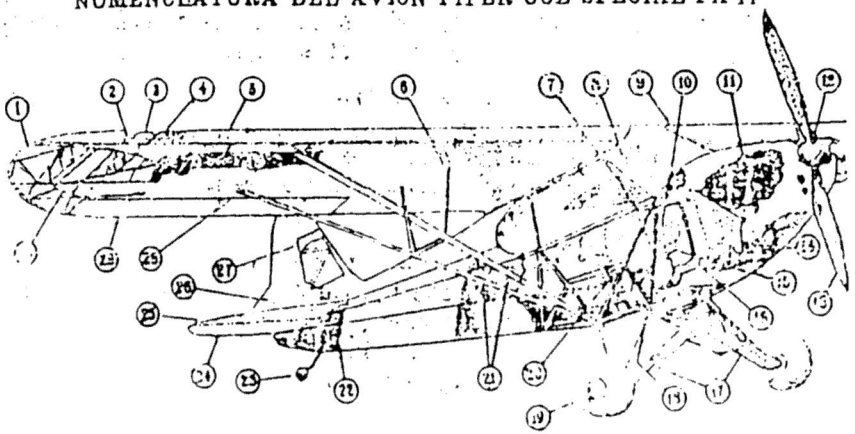


Fig. 23

1. Borde marginal
2. Larguero delantero
3. Costilla de ala
4. Falsa costilla
5. Cubierta del borde de ataque
6. Montante auxiliar
7. Acelerador
8. Nivel de nafta
9. Tanque de nafta en el ala izquierda
10. Llave de contacto
11. Motor
12. Cono de la hélice
13. Hélice
14. Pedal delantero del timón de dirección.
15. Manivela comando de incidencia
16. Palanca comando delantera
17. Montantes tren aterrizaje
18. Pedal trasero timón de dirección
19. Rueda y neumático
20. Palanca comando trasera
21. Montantes principales
22. Cable timón de dirección
23. Rueda de cola
24. Timón de profundidad
25. Estabilizador
26. Timón de dirección
27. Plano vertical o deriva
28. Cuerno y cable del alerón
29. Alerón
30. Larguero trasero

Nomenclatura de las distintas partes que componen un avión

Un avión está constituido por cinco partes principales:

FUSELAJE: Sirve como elemento de unión entre las demás partes y para el transporte de la carga y los pasajeros.

CÉLULAS SUSTENTADORAS, PLANOS O ALAS: Son las encargadas de producir sustentación para que la máquina se mantenga en el aire. Los alerones, flaps y aletas hipersustentadoras, puedan considerarse partes de las alas.

EMPENAJE: Compuesto por el plano fijo horizontal o estabilizador, el plano fijo vertical o deriva y los timones de profundidad y dirección. La función de cada uno en el orden expresado es: conseguir el equilibrio longitudinal de la máquina y corregir el efecto de torsión de la hélice. Gobernar los movimientos de cabeceo y giro respectivamente. En algunos tipos de aviones el plano fijo horizontal está suprimido, por ser éste y el timón de profundidad una sola pieza.

TREN DE ATERRIZAJE: Puede ser fijo o retráctil; convencional o triciclo. Está compuesto por las patas, montantes, amortiguadores, ruedas principales y de cola o nariz —según sea su tipo—, con sus correspondientes neumáticos y frenos. Sirve para el normal desplazamineto del avión en tierra.

GRUPO MOTOPROPULSOR: Formado por el motor —que puede ser a explosión, turboreactor o de reacción pura— y su hélice. Es el encargado de proporcionar la tracción o el empuje necesarios para generar la velocidad con que se produce la sustentación necesaria para que la aeronave se mantenga en el aire.

Mandos de las aeronaves y acción de los mismos

Los mandos del avión sirven para realizar las distintas maniobras de vuelo, lo dicho en otras palabras, para conseguir el movimiento del mismo alrededor de sus tres ejes.

El control de movimiento de alabeo (inclinación) se consigue con los alerones, los cuales van conectados por medio de un juego de cables a la palanca de mando, la que los acciona al ser desplazada lateralmente, haciendo que la máquina se incline a uno u otro lado. En los aviones provistos de volante, los alerones actúan al girar el mismo hacia adelante o hacia atrás.

Para conseguir el movimiento de cabeceo (ascenso o descenso), se utiliza el timón de profundidad, que también está conectado por intermedio de cables a la palanca, la que lo acciona al ser desplazada hacia la derecha o izquierda.

El movimiento de giro, se obtiene con el timón de dirección, accionado por cables unidos a los pedales colocados en el piso de la aeronave.

En la figura 24 se puede observar la disposición del sistema de mandos del avión Piper Cub PA-11, comúnmente empleado para escuela y entrenamiento.

Es conveniente destacar que los mandos sólo tendrán acción efectiva durante el vuelo y que tenderá a mantenerse neutros espontáneamente. Para conseguir su reacción sólo bastará ejercer una presión opuesta a esa tendencia. Los movimientos bruscos no harán manio-

brar más rápida ni eficazmente a la máquina; será la duración y la fuerza de presión ejercida sobre el mando la que lo consiga. Por consiguiente es preciso recordar que una vez obtenida la posición deseada del avión, no debe continuarse la presión sobre el mando

SISTEMA DE MANDOS DEL AVIÓN
PIPER CUB SPECIAL PA-11

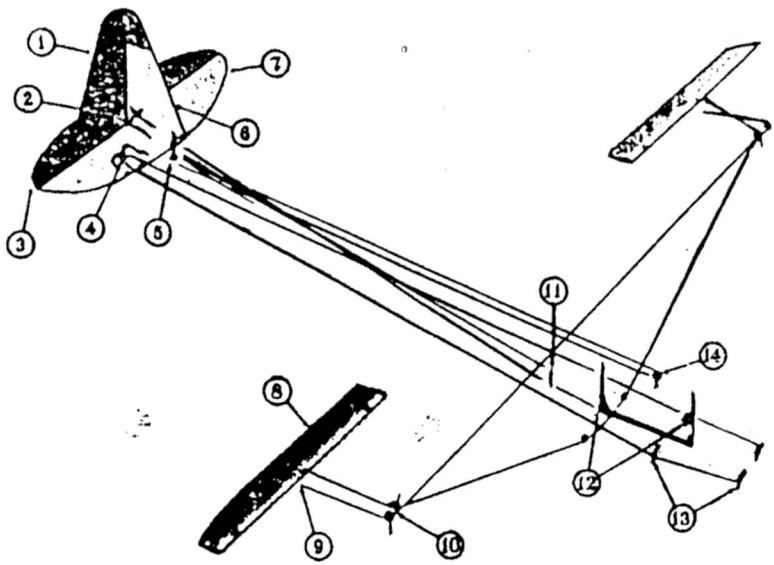


Fig. 24

1. Timón de dirección; 2. Balancín timón de profundidad; 3. Timón de profundidad; 4. Balancín timón de dirección; 5. Mecanismo control incidencia; 6. Plano vertical o deriva; 7. Estabilizador; 8. Alerón; 9. Balancín del alerón; 10. Poleas y cables de control de alerones; 11. Balancín accionamiento timón de profundidad; 12. Palancas de comando; 13. Pedales timón de dirección; 14. Manivela comando de incidencia.

ya que de hacerlo así no será posible mantener la misma dado que no se detendrá el movimiento iniciado. La misma razón hace que sea necesaria más presión para iniciar o detener un movimiento, que para continuarlo.

A fin de no incurrir en confusiones respecto a la función de los mandos, éstos deben ser analizados en tal aspecto vistos desde el puesto del piloto.

Desde este punto, sus funciones son invariables e independientes de la posición del avión con respecto a la tierra, tal como se puede apreciar en las siguientes figuras.

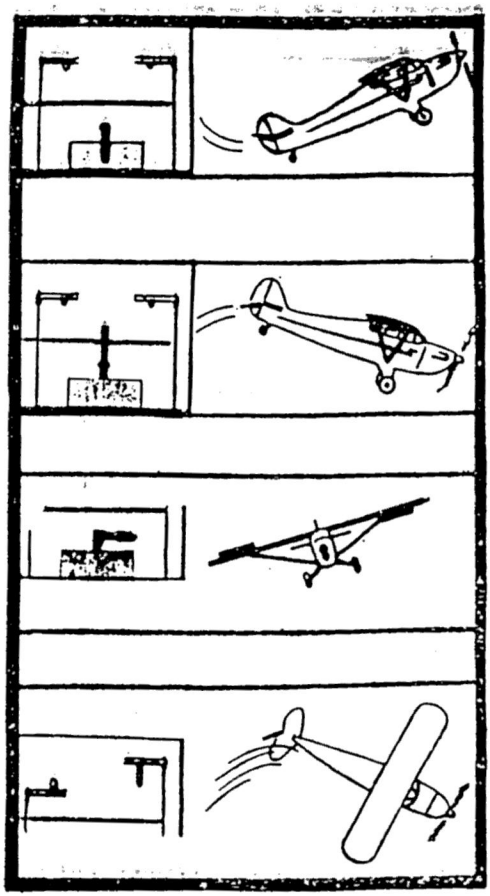


Fig. 28

Cuando se aplica presión hacia atrás en la palanca, o volante, la proa del avión se dirige hacia el piloto.

Cuando se aplica presión hacia adelante en la palanca o volante, la proa del avión se aleja del piloto.

Cuando la palanca o volante se aplican o giran a la derecha, el ala derecha baja hacia la rueda del mismo lado. Aplicados en sentido opuesto, la acción se obtiene hacia el lado contrario.

Cuando se hace presión sobre el pedal derecho, la proa del avión gira a la derecha del piloto; ocurriendo lo contrario al aplicarse pedal izquierdo.

Dispositivos de compensación

Los dispositivos de compensación pueden ser actuados en tierra o en vuelo. En el primer caso se denominan "flettners"; en los otros son llamados "trim tabs" o aletas de compensación.

Cualquiera sea la forma en que son accionados su función es la de evitar al piloto esfuerzos innecesarios para mantener la posición normal del avión durante el vuelo, cuando es desplazado el centro de gravedad por efecto de la carga, pasajeros, combustible, etc., y controlar el ángulo de ataque (cambio de actitud del avión).

Con ellos pueden obtenerse correcciones sobre uno o los tres ejes del avión, del mismo modo que con los comandos. En verdad son siempre estos últimos los que la obtienen ya que los citados dispositivos hacen actuar a éstos en la dirección requerida, como lo haría el piloto si no contara con los elementos que nos ocupan.

En los tipos de aviones más comunes los dispositivos de compensación consisten en la posibilidad de cambiar el ángulo de ataque (incidencia) del plano fijo horizontal (estabilizador) hacia arriba o hacia abajo de su línea central. Con ello se consigue equilibrar el eje transversal de la máquina. Para los dos ejes restantes, generalmente se adosan "flettners" en los alerones y timón de dirección, los cuales son graduados en tierra cuando ello es necesario.

En aviones más costosos y en casi la totalidad de los multimotores, los dispositivos compensadores son siempre "trim tabs" para cada uno de los mandos y por supuesto son accionados en vuelo a voluntad del piloto. Estos dispositivos, una vez graduados pueden permanecer fijos e independientes del movimiento de los mandos; de allí que se está generalizando su uso por razones obvias.

Generalidades sobre construcción de aeronaves

En casi la totalidad de las aeronaves actuales se emplean materiales metálicos para la mayor parte de sus componentes en lugar de la construcción mixta (madera, metal y tela) utilizados anteriormente.

Es verdad que aún se fabrican aviones de tubos de acero al carbono o de cromo molibdeno soldados entre sí y recubiertos de tela para los fuselajes y superficies de cola, empleando largueros y costillas de aleaciones de aluminio también recubiertas de tela para las alas, pero ello va siendo cada día menos común entre los fabricantes más conocidos.

Todos ellos van demostrando mayor interés en el desarrollo de aviones totalmente metálicos, especialmente los del tipo monocasco en los cuales el recubrimiento de láminas de aleación de aluminio actúa como elemento no sólo de forma sino también de resistencia.

Con ello se obtiene una construcción simple, compacta y muy resistente a la par que liviana. Su mantenimiento es muy simple y no es susceptible tanto como la tela o madera a los agentes atmosféricos.

Con respecto a los dos materiales nombrados en último término, ellos también han obtenido los beneficios del desarrollo de la ciencia y la técnica en la forma de fibras sintéticas, resinas y plásticos que los hacen casi tan durables como los metales. Sin embargo, dado que su utilización requiere mayor trabajo manual especializado ello ha sido razón para que vayan cayendo en desuso especialmente entre las grandes fábricas que se dedican a la producción en serie.

En cuanto a los plásticos, su uso se acentúa diariamente en la forma de carenados de ruedas, capots y punteras moldeadas para alas y empenajes, como así también para tanques de combustible, etc., sin contar los parabrisas y ventanillas laterales que son construidos de esos materiales sin excepción.

Cuidado y mantenimiento de las aeronaves

La Dirección Técnica y los fabricantes, por medio de sus Boletines de Servicio, Mandatorios, etc., indican las normas a seguir en estos aspectos.

Dichas normas, más las indicaciones contenidas en los manuales de cada avión en particular, deben cumplirse fielmente si se quiere obtener un buen rendimiento y carencia de problemas en cualquier aeronave o motor.

Es conveniente reflexionar que ningún fabricante va a indicar un determinado mantenimiento o el reemplazo de una parte de su avión o motor pudiendo evitar hacerlo. Por eso es importante cumplir con tales indicaciones, aun cuando parezca en ciertos casos que ello no es necesario. Cuando un avión de cualquier tipo llega a la mano del público, está perfectamente probado y sus características han sido homologadas debidamente. No obstante, en muchos casos, el avión mejor diseñado y construido padece lo que algunos ingenieros llaman "los males del crecimiento o desarrollo". De allí que en determinados casos con el uso intensivo aparecen pequeñas fallas en algunos componentes, las que si bien pueden no alcanzar a la totalidad de las máquinas en servicio o las de una nueva serie, hacen imprescindible la inspección y/o recambio de tales elementos, aun cuando su condición aparente sea normal.

La misma consideración debe hacerse respecto a la capacidad técnica de la persona que mantenga en servicio a la aeronave. Si bien existe una gran similitud entre los automóviles y aviones, no es menos cierto que los últimos aún considerando que son sometidos a mayores cuidados y que no tienen en algunos casos accesorios tan complejos como los primeros, en la práctica son objeto de esfuerzos continuados más severos, a lo que se debe sumar el medio en que desarrollan su actividad. Por eso debe adoptarse como normal el no permitir (ni tampoco hacerlo personalmente) el mantenimiento y mucho menos la reparación de ninguna aeronave por personas que no posean una licencia habilitante extendida por autoridad competente.

Esto no significa que un piloto o alumno experimentado bajo supervisión de un instructor, no pueda atender la carga de nafta y aceite, limpieza y verificación del estado general de un avión, sus neumáticos, amortiguadores, etc., previo a cada vuelo.

Inspección previa al vuelo

Si se tiene en cuenta la variedad de marcas y tipos de aviones altualmente en uso, resulta imposible por razones de espacio, indicar aquí la forma que debe encararse la inspección de cada uno de ellos en particular.

Sin embargo, a continuación se detalla un método que sin pretender cumplir en detalle esta operación, puede servir —complementado con las instrucciones del fabricante de cada máquina en particular— como norma general para la inspección previa a cada vuelo.

Esta inspección debe cumplirse por lo menos dos veces al día en

los aviones de escuela y entrenamiento y toda vez que a causa de aterrizajes "duros", etc., surjan dudas respecto al estado del material. Cuando este último pertenecía al Estado, era obligatoria (artículo 8º de las "Normas para la actividad aérea en los Aeroclubes con aviones del Estado"). Actualmente por haber sido donado a cada Entidad el citado material de vuelo, cada una adopta según su propio Reglamento interno las normas que estima más convenientes. Pese a ello, permítasenos insistir en la conveniencia que todo alumno o piloto, especialmente cuando se encuentra fuera de su aeródromo base, sea instruido en la necesidad de realizar esta operación antes de cada vuelo.

Comience la inspección por la cabina, controlando las llaves de contacto y la llave general (master) de la batería. Asegúrese que estén cortadas "Sin" (Off).

Asegúrese que la palanca o llave de control de posición del tren de aterrizaje (si el mismo es retráctil) está trabada en la posición "Abajo" (Down).

Retire la traba de los comandos si la misma estaba instalada y guárdela en su lugar asegurándola debidamente.

HÉLICE: Asegúrese que no existen melladuras profundas en sus bordes, o partes dobladas. En las de madera compruebe que no existen chapas despegadas, que los bordes de ataque no presenten remaches flojos o faltantes ni tampoco muestren señales de abolladuras profundas o astilladuras. Verifique su estado de fijación al cigüeñal, controle el estado de los pernos que la unen a éste como así también que los mismos están debidamente frenados. Controle que el cono que cubre el núcleo de la hélice está propiamente asegurado y no muestre señales de rajaduras o partes sueltas.

MOTOR: Controle que todas las partes a la vista incluidos los cables de encendido, bujías, deflectores de aire, controles del carburador, etc., estén debidamente asegurados, igualmente que los capots.

Verifique los caños y colectores de escape. Asegúrese que no existen indicios de rajaduras o pérdidas en los mismos (estas condiciones están indicadas por partes tiznadas o con hollín y son un peligro de incendio inminente).

Verifique el nivel del aceite y asegúrese que no existen pérdidas excesivas del mismo. Controle que el sistma de admisión no muestra señales de partes flojas o con pérdidas —tubos y (o) gomas de unión con abrazaderas sueltas, etc.—. Controle que el sistema de alimentación de combustible está propiamente asegurado, que no existen pérdidas y drene una cantidad regular del filtro colector de sedimentos; asegúrese que no hay agua u otros elementos extraños.

Controle la cantidad de nafta existente en los tanques visualmente —NO SE FIE DE LOS INDICADORES—, drene los tanques individualmente si ello es posible, coloque o verifique que las tapas de éstos están debidamente aseguradas, que sus agujeros de venteo no están obstruidos y en los casos que posean tubos de ventilación, que

los mismos queden alineados en la posición debida, de acuerdo con las instrucciones del fabricante del avión. Una tapa de estas características mal colocadas puede ser causa de fallas del motor durante el vuelo, debido a la creación de vacío en los tanques.

TREN DE ATERRIZAJE: Compruebe el estado de los neumáticos, que no muestran señales de cortes profundos ni desgaste anormal y que se escuentren debidamente inflados. Verifique el estado de los amortiguadores, ruedas, frenos, carenados o puertas (en los del tipo retráctil). Controle el estado de lubricación de las partes que lo requieran; recuerde que el exceso de ella es tan perjudicial como la falta.

ALAS, FUSELAJE Y SUPERFICIE DE COLA: Controle el recubrimiento de todas estas partes asegurándose que no existen agujeros, rasgones o arrugas en ellas. Las arrugas son indicación evidente de daños internos y en tales casos el avión no debe ser utilizado sin previa inspección y reparación de las partes afectadas. Compruebe el estado de fijación de los cables de comando a cada una de las partes móviles (donde ello sea posible), de las poleas, bisagras, soportes, etc.; verifique el libre movimiento en todo su recorrido de cada comando por separado. En algunos aviones del tipo de tren de aterrizaje triciclo, será imposible mover el timón de dirección por estar este último conectado a la rueda de nariz; en tales casos ese será el motivo de la "dureza" de este comando el que por tal razón debe ser comprobado durante el carreteo previo al despegue. Asegúrese que todos los pernos, tensores, etc., están debidamente frenados y asegurados. En tiempo de invierno especialmente, compruebe que no hay barro, nieve, hielo o escarcha sobre las partes que estamos tratando.

Compruebe por medio de un movimiento de torsión desde las puntas de ala, que el estado de fijación de las mismas es normal. Asegúrese que debido al estacionamiento dentro del hangar o su movimiento entre otros aviones, las puntas de ala y superficies de cola no hayan sido dañadas por choques, etc.

TUBO PITOT: Controle su estado —¡NO SOPLE DENTRO DEL MISMO!— verifique que los agujeros de la toma estática no están obstruidos ya que ello ocasionará marcaciones anormales durante el vuelo, no sólo del velocímetro, sino también en los instrumentos a los que está conectado (altímetro y variómetro).

CABINA: Compruebe que la lectura de todos los instrumentos sea la normal para la máquina en tierra. Asegúrese que la palanca o volante de comando tienen colocados sus pernos de fijación y haga retirar el doble comando cada vez que sea posible, si piensa llevar pasajeros no pilotos. Compruebe que la carga en el porta equipaje no exceda lo autorizado por el fabricante del avión y que está propiamente distribuida y asegurada. Asegure los cinturones de seguridad que no serán utilizados para evitar que los mismos puedan trabarle algún mando durante el vuelo. Asegúrese que los comandos accionan libremente y en la propia dirección en todo su recorrido, compruebe

que el comando de incidencia o trim tab accionan libremente y que sus indicadores de posición actúan en consecuencia. Déjelos en la posición requerida para el despegue. Si va a iniciar la puesta en marcha —AUN CON LAS CALZAS COLOCADAS—, aplique el freno de estacionamiento. Si el asiento del piloto es ajustable, acomódelo a su necesidad y trábelo. ¡ESTE SEGURO DE ESTO ULTIMO!

Tenga siempre presente que una vez que el avión despegó es imposible inspeccionar y mucho menos reparar alguna de sus partes; por lo tanto, sea consciente y haga la inspección previa al vuelo con toda la atención y cuidado que la misma merece, sin prestar oídos a pilotos o alumnos "expertos" que desgraciadamente en muchos casos, consideran a quienes así lo hacen, personas extremadamente meticulosas y hasta cobardes, sin tener en cuenta que su desaprensión puede ser origen de un accidente que podía haberse evitado. Si durante la inspección encuentra cualquier novedad dé cuenta de ella al mecánico y si es necesario suspenda el vuelo. No intente disimular lo que a su juicio pueden ser deficiencias menores y mucho menos intente subsanarlas a no ser que lo haga con la colaboración y supervisión de un mecánico competente. Recuerde que buena voluntad no significa competencia técnica y que en muchos casos, el pretender "ayudar" puede ser causa de posteriores problemas e incluso de accidentes.

Puesta en marcha, calentamiento y detención del motor

El procedimiento para la puesta en marcha, calentamiento y detención del motor, puede variar de un tipo de avión a otro. Lo que no debe variar nunca, sobre todo durante la puesta en marcha, son los detalles a tener en cuenta para evitar accidentes al llevar a cabo esta operación, especialmente si para ello debe girarse la hélice a mano.

En tal sentido existen algunas precauciones que deben ser cuidadosamente observadas, tanto por la persona que gira la hélice, como por la que atiende los mandos del motor en la cabina. Las mismas no deben olvidarse nunca y mucho menos durante las primeras etapas del curso, cuando debido a la falta de conocimiento del alumno, los riesgos son mayores.

Por lo tanto, antes de proceder a intentar la puesta en marcha, deben seguirse los siguientes pasos:

1º) Fijarse que el avión no esté orientado de modo que al ser puesto en marcha el "chorro" de la hélice levante tierra u otros objetos sueltos y los arroje en dirección de otras personas o aviones estacionados.

2º) Calzar las ruedas y hacer que una persona competente se ubique en la cabina, donde operará los diferentes mandos del motor, sostendrá con firmeza la palanca o volante de comando en la posición requerida según el tipo de avión en cada caso y, como una medida más de precaución, aplicará los frenos.

Cumplido lo expresado, la persona que girará la hélice se colocará delante de la misma y, SIN TOCARLA, pedirá: NAFTA ABIERTA, REDUCIDO, SIN CONTACTO. Quien se encuentra en la cabina deberá constatar, ¡NO SOLO POROBSERVACION, SINO POR CONTROL DIRECTO!, que cada una de esas partes se encuentran en las condiciones solicitadas. Una vez comprobado, NUNCA ANTES, contestará en el mismo orden (nafta abierta, reducido, sin contacto).

Tanto la persona que pide como la que contesta, lo harán en voz alta y clara, no respondiendo nunca la que está en la cabina con palabras como: "listo", o "sí", etc.

Una vez recibida la respuesta a su pedido en forma correcta, NUNCA ANTES, la persona a cargo de la hélice la hará girar. Si el motor está frío, mientras se gira la hélice, quien atienda la cabina accionará tres o cuatro veces el inyector. (Esto depende de cada avión en particular, como asimismo de otros factores tales como clima, etc.).

Después de hacer girar la hélice cinco o seis vueltas, se la dejará en posición adecuada y retirando las manos de la misma se pedirá: "CONTACTO".

Quien atienda la cabina contestará "CONTACTO", y, RECIEN ENTONCES, correrá la llave de encendido a esta posición. Se impulsará entonces la hélice lo más enérgicamente posible a fin de lograr que el motor arranque. Si por cualquier razón ello no ocurre (ahogamiento, falta de inyecciones, etc.), se seguirá el siguiente procedimiento:

1º) Quien acciona la hélice pedirá SIN CONTACTO. El encargado de la cabina correrá la llave de encendido a esta posición y recién entonces, NUNCA ANTES, contestará, SIN CONTACTO.

2º) Si el motor está ahogado se ordenará: TODO ABIERTO. El operador de la cabina llevará el acelerador a fondo y contestará: TODO ABIERTO. Entonces se girará la hélice cinco o seis vueltas en sentido contrario a su rotación normal y luego de acomodarla se pedirá: REDUCIDO SIN. Cuando la persona en la cabina conteste en la misma forma, DESPUES DE CONTROLAR LA POSICION DE LAS LLAVES, se girará la hélice una vuelta hacia adelante y después de acomodarla debidamente, soltándola se pedirá de nuevo "CONTACTO". De aquí en adelante se deberá proceder en la forma indicada precedentemente.

Si durante la puesta en marcha el motor "patea", o la hélice no alcanza a completar la vuelta, o queda en posición inadecuada, no se la acomodará nunca SIN ANTES PEDIR "SIN CONTACTO". Una vez obtenida la respuesta y acomodada la hélice, se reanudará la operación como si recién se iniciara.

RECORDAR QUE LA HELICE ES PARA PERSONAS INEXPERTAS, UN ELEMENTO PELIGROSO: por lo tanto cuando se atienda la cabina, NO DESCUIDAR EL MAS MINIMO DETALLE, ya que un motor al que se ha intentado poner en marcha durante

un día entero sin conseguirlo, puede arrancar en forma imprevista con SOLAMENTE PASAR UNA COMPRESION EN FORMA DESCUIDADA. Asimismo la persona que manipule la hélice, DEBE TOMAR CON LA MISMA IGUALES PRECAUCIONES CUANDO EL MOTOR ESTA O NO "EN CONTACTO". De este modo siempre será posible prevenir accidentes por descuidos del operador de la cabina. Igualmente se debe tener muy en cuenta el estado del terreno sobre el cual se intenta la puesta en marcha, evitando hacerlo sobre terreno resbaladizo o pedregoso. Lo primero puede ocasionar que el manipulador de la hélice pierda el equilibrio al impulsarla o que aún con calzas y frenos, la máquina sea arrastrada por la tracción al arrancar su motor; en cuanto a las piedras, las mismas son una de las principales causas de melladuras o abolladuras de los bordes de las hélices y de las superficies de cola no sólo del propio avión, sino también de los estacionados en las cercanías.

Aviones equipados con arranque

En estos tipos de aviones la puesta en marcha es más fácil para el piloto, que excepto en tiempo muy frío, puede realizarla directamente desde la cabina sin hacer girar previamente la hélice a mano. Generalmente el procedimiento a seguir es el siguinte:

1º) Asegurarse que se efectuó la inspección previa al vuelo en su totalidad y que la máquina está en condiciones de rodar después de ser puesta en marcha, sin necesidad que el piloto deba descender de la misma para poder hacerlo.
2º) Aplicar los frenos de estacionamiento y trabarlos.
3º) Asegurarse que no haya ninguna persona o elemento en las cercanías de la hélice (es conveniente gritar "libre" y esperar respuesta de alguna persona en el exterior de la máquina).
4º) Accionar el inyector de acuerdo a las necesidades y teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante del motor.
5º) Colocar el acelerador en la posición debida lo mismo que el corrector de mezcla.
6º) Accionar el arranque.

Si el motor no arranca por haberse "ahogado", pueden seguirse dos temperamentos:

a) desahogarlo a mano cerrando el contacto, abriendo totalmente el acelerador y girando la hélice en sentido opuesto al de su giro normal varias vueltas; o,
b) colocando el control en mezcla "pobre", accionar el arranque con el acelerador totalmente abierto hasta que el motor gire varias vueltas.

Una vez realizada cualquiera de las dos operaciones, tratar de poner en marcha el motor como si recién se iniciara este procedimiento.

Tan pronto como el motor arranque, abrir ligeramente el acelerador para evitar que se detenga y dejar de accionar el arranque.

Calentamiento del motor

Cada fabricante prescribe el tiempo de calentamiento para su motor. Este no debe ser excedido, sobre todo en los aviones modernos que no cuentan con entradas de aire suficientemente grandes para su refrigeración en tierra. En términos generales este tiempo oscila entre 2 y 4 minutos para los motores comúnmente en uso, debiendo por supuesto, tenerse en cuenta la zona y el estado del tiempo en cada caso en particular. Como regla práctica puede aplicarse la siguiente:

El motor estará en condiciones de ser empleado para el despegue cuando en la aceleración de su prueba en tierra, no haga explosiones falsas y su funcionamiento no sea "áspero". Recordar que en tiempo muy frío, no habrá indicación aparente en el manómetro de temperatura de aceite hasta que transcurra un período prolongado. Por lo tanto, a fin de evitar daños al motor, si éste acelera suave y normalmente y la presión de aceite permanece normal durante la prueba, está en condiciones de ser utilizado para despegar.

Prueba del motor

Una vez obtenida la temperatura del motor y antes de iniciar el despegue, debe procederse a su prueba.

Para ello se acelerará hasta obtener el número de R.P.M. recomendado por el fabricante para el control de los magnetos (generalmente entre 1.500 y 2.000 R.P.M.).

Con el acelerador en esa posición se comprobará, accionando la llave de contacto en cada una de sus posiciones —magneto derecho (R), y magneto izquierdo (L)— que la caída en revoluciones no exceda más de 125 en cada uno (este valor puede variar según el tipo y marca de motor entre 50 y 175 R.P.M.).

Se comprobará con el (los) amperímetro(s) que el (los) generador(es) cargue(n).

Se comprobará el normal funcionamiento de la(s) hélice(s), ejercitándolas por lo menos dos veces hasta sus posiciones máximas y mínimas extremas.

Se comprobará el normal funcionamiento del aire caliente al carburador, aplicándolo a fin de constatar que su empleo no ocasiona una caída de revoluciones excesivas, signo evidente de mal funcionamiento en alguna parte del sistema. La caída máxima está en el orden de las 100 a 150 R.P.M.

Detención del motor

Para detener el motor se utilizará el corrector altimétrico si se dispone de éste; en caso contrario, se reducirá al mínimo de revoluciones dejándolo que funcione así unos minutos, se quitará el aire caliente y se cortará el contacto, abriendo el acelerador después de hacerlo. De este modo se prevendrá que el motor retroceda al detenerse.

En algunos tipos de motores se aconseja no abrir el acelerador

porque ello hace que se actúe sobre la bomba de pique del carburador. En todos los casos deben abrirse los flaps de capot antes de detener el motor. Una vez que la hélice dejó de girar, se cerrará el contacto, la llave master de la batería y se dejará al avión con las calzas o los frenos colocados, instalando asimismo la traba de comandos si se cuenta con ella.

Mandos del motor, consecuencia del mal uso de los mismos

LLAVE DE NAFTA: Controla el paso del combustible entre los tanques y la(s) bomba(s) o el carburador.

En el primer caso, cuando la alimentación del motor se efectúa por medio de bomba(s), las que pueden ser accionadas por el mismo motor, o eléctricamente. En el segundo, cuando se trata de la llamada alimentación "por gravedad". Cualquiera sea el sistema empleado, es indudable que el mal uso de esta llave puede ser origen de fallas, las que a su vez pueden determinar accidentes muy graves, dado que son imprevisibles las consecuencias que puede ocasionar la detención del motor durante un despegue, debido a que no se encontraba en la posición adecuada este elemento.

Por tal razón es indispensable tener un cabal conocimiento acerca de su uso, especialmente cuando la misma llave acciona más de una fuente de alimentación (tanques). En este sentido es imprescindible seguir fielmente las instrucciones del fabricante del avión, en lo referente al orden en que deben ser utilizados cada uno de los tanques, respetando cuidadosamente las indicaciones relativas al despegue y aterrizaje, dado que las mismas son el fruto de experiencias exhaustivas y no del deseo de ocasionar mayores trabajos al piloto.

Es asimismo conveniente reflexionar que aun cuando esta llave esté cerrada, el remanente de combustible en las cañerías, filtros y carburador, permitirá en algunos tipos de aviones, que el motor continúe funcionando lo suficiente para intentar un despegue o mejor dicho la iniciación del mismo; de allí que debe ser un hábito desde el principio del curso, el verificar la posición de esta llave, antes de iniciar la puesta en marcha: previo al carreteo y, por supuesto, antes de cada despegue.

LLAVE DE CONTACTO: Esta llave cierra o abre el circuito de encendido de cada uno de los magnetos, pudiendo por su intermedio conectar cada uno de ellos en forma separada (para verificar su funcionamiento individual) o conjunta (para el uso normal de ambos).

Para ello consta de los siguientes cuatro puntos o posiciones que se detallan: "Cerrado" ("off"); "Magneto derecho" ("R"), "Magneto izquierdo" ("L") y "Ambos" ("Both").

Algunos aviones modernos tienen esta llave combinada con el arranque. En estos casos al final del último punto indicado, "Ambos" ("Both"), hay una marcación más: "Arranque" ("Start"). Al aplicar estas llaves hasta este último punto, se acciona el arranque del mismo modo que en un automóvil. Una vez puesto en marcha el mo-

tor su uso queda limitado a servir como se explicó al principio, como interruptor de los circuitos de encendido. En cuanto a las consecuencias de su mal uso podemos deducirlas pensando que los motores de aviación son diseñados para operar normalmente con doble encendido. Si esta llave no es colocada debidamente ello puede ocasionar que uno de los circuitos no trabaje, lo que originará pérdida de potencia, empastamiento de bujías, recalentamiento, detonación, etc.; de allí la necesidad de verificar, previo a cada despegue, su posición correcta. Otra consecuencia del uso indebido o descuidado puede originarse por el olvido de volverla a su posición "Cerrado" ("Off") después de haberse detenido el motor con el corrector de mezcla. En muchos casos ha sucedido que al girarse posteriormente la hélice, sin verificar previamente su posición, el motor haya arrancado, provocando gravísimos daños (algunos fatales) a las personas que realizaron esta operación.

LAVE INTERRUPTORA DE LA BATERÍA Y GENERADOR ("MASTER"): Esta llave controla el sistema eléctrico del avión. Tiene una posición de "Cerrada" ("Off"), y dos de "Abierta" ("On"). Cada una de las dos últimas actúa un circuito de fusibles; el principal y el de emergencia. (En los aviones más modernos en lugar de esta llave suele instalarse un botón que al tirarse hacia afuera abre el circuito). Este sistema eléctrico es muy similar al de los automóviles y su fuente de energía lo constituyen una batería y un generador o alternador, generalmente de 12 volts y 40 amperes.

Se utiliza para proveer el poder necesario para el arranque, luces, motores eléctricos del tren de aterrizaje, flaps, paso variable de la hélice, bombas e indicadores de combustible, alarmas visuales o sonoras, equipos de radio, relojes eléctricos, etc.

Cada uno de los sistemas descriptos posee su propio fusible automático que "salta" o se desconecta cuando se produce un corto circuito. En cuanto al mal uso que puede hacerse de la llave interruptora o "master", consiste en no volverla a la posición "cerrada" ("off") cuando terminan los vuelos. Esto ocasiona la descarga de la batería si los indicadores de combustibles u otro equipo eléctrico queda conectado; sin contar la posibilidad que alguna persona trabajando en el motor toque inadvertidamente alguna parte del sistema con herramientas metálicas, produciendo así chispas, etc., o también que personas inexpertas suban a la cabina y accionen por desconocimiento el botón o llave de arranque lo que hará girar la hélice golpeando a quienes se encuentren en las cercanías de ésta.

Es conveniente aclarar que el sistema que nos ocupa, no tiene ninguna relación con el encendido del motor. El citado en último término tiene su fuente de poder en sus dos magnetos de alta tensión, los cuales son accionados directamente por el mismo motor con sólo hacer girar la hélice a mano, de allí que cualquiera sea la posición de la llave "master", no tendrá influencia alguna en el funcionamiento normal del motor.

ACELERADOR: Este comando del motor regula la entrada de mezcla al sistema de admisión. El uso brusco del mismo puede ocasionar ahogamientos que en algunos tipos de motores llegan a detenerlos.

Además de eso, si sólo se piensa que un motor moderno consta de una gran cantidad de piezas en movimiento, algunas de ellas con un momento de inercia considerable debido a la masa que las componen, es fácil comprender el daño que puede generarse al cambiar, con el uso brusco del acelerador, su régimen de marcha lenta (500 a 1.000 R.P.M.) al de su máxima potencia (2.400 a 2.700 R.P.M.).

Aire caliente al carburador

El control de aire caliente al carburador es accionado desde la cabina por intermedio de una perilla unida a un cable que cambia de posición una mariposa (ventana) que, cerrando la entrada directa del aire exterior al carburador, abre otra por la cual entra aire precalentado que diluye el hielo o nieve que puedan haberse formado o entrado al sistema de admisión siempre que su acumulación no sea demasiado grande (ya que en verdad la real función del sistema es más de prevención que de corrección).

El uso del aire caliente tiende a disminuir la potencia del motor y también a aumentar su temperatura.

Por lo tanto, debe evitarse su empleo durante los despegues o cuando sea necesario obtener máximas revoluciones; debiendo en todos los casos seguirse para su utilización las indicaciones del fabricante del avión o motor.

Como norma negeral puede adoptarse la de utilizarlo toda vez que en vuelo, sin que se haya movido el acelerador, se note una caída en las revoluciones (en aviones con hélices de paso fijo), o en la presión de admisión —manifold— (máquinas que poseen hélices de paso variable y velocidad constante).

En cualquiera de los dos casos si existe principio de formación de hielo, al aplicar el aire caliente se notará un mayor decrecimiento de ambas marcaciones (según sea el tipo de máquina), pero ello será sólo momentáneo, ya que de inmediato, al comenzar a diluirse el hielo, el motor recuperará su régimen normal, acrecentándose las revoluciones o presión de admisión hasta valores normales o aun mayores, cuando se vuelva nuevamente a la posición "aire-frío".

Tal como dijimos anteriormente, el uso inadecuado del aire caliente aumenta la temperatura del motor. Si ello se realiza en días o zonas de calor excesivo, pueden llegarse a producir las condiciones para que el mismo se recaliente o detone. Asimismo es conveniente saber que sin llegar a estas condiciones extremas, la utilización indiscriminada de este sistema aumenta el consumo de combustible, facilita la formación de depósitos carbonosos en pistones, guías de válvulas y cabezas de cilindros, sin contar el riesgo de empastamiento de las bujías con la consiguiente posibilidad de fallas de las mismas.

De allí la necesidad de ser cautos y de utilizarlo en forma racio-

nal. Cuando se sospeche que existen condiciones favorables a la formación de hielo, aplíquese a intervalos regulares, teniendo en cuenta lo explicado acerca de su efecto en las revoluciones y presión de admisión. Si las condiciones son muy severas (días muy húmedos o volando entre nubes o a través de lluvia), aplíquese la llave en forma progresiva observando los instrumentos y cuando se note la tendencia a disminuir sus marcaciones, vuélvase un poco hacia adentro la llave y de este modo se conseguirá obtener en un grado muy elevado la prevención en la formación de hielo, sin ocasionar daños al motor ni aumentar excesivamente el consumo de combustible.

Cuando se utilice con el motor reducido (planeos), aplicarlo siempre antes de cerrar el acelerador, y no olvidar nunca abrir periódicamente este último, con el fin de "limpiar" el motor, previniendo así la acumulación de gases residuales (no quemados) como también el enfriamiento excesivo del mismo.

Por último: utilizarlo siempre de acuerdo con las instrucciones del fabricante, aún cuando con ello se contradigan las reglas conocidas y empleadas normalmente. Recordar que no es forzosamente necesario que la temperatura del aire sea baja, para que se forme hielo en el carburador. Aun en días cálidos, con temperaturas de hasta 25 ó 30 grados centígrados, si existe suficiente humedad en el aire, puede llegarse a esa situación.

Control de mezcla

Este control permite al piloto la adecuada relación aire-nafta en la mezcla que llega a los cilindros, con lo cual consigue conservar aun a alturas considerables, la potencia óptima que el motor puede desarrollar a tales niveles. Como beneficio adicional, volando a mayores alturas se obtiene mayor rendimiento (economía de operación) del motor y en muchos casos vuelos más cómodos y rápidos.

En cuanto a las consecuencias por su mal uso, las mismas pueden ser: recalentamiento, detonación y aun detención total del motor si se lo aplica en forma brusca o equivocada. Por tal razón en casi la mayoría de las máquinas, la perilla o manivela que lo acciona es de color roja a fin que se destaque de las restantes.

El método más seguro de evitar problemas con su empleo, es siguiendo los procedimientos indicados en los manuales de cada avión en particular, prestando especial atención al hecho de no utilizarlo durante los despegues o ascensos, cuando debido al esfuerzo que se exige al motor, es necesario que el mismo trabaje con "mezcla rica". Igualmente durante los descensos o en los planeos finales de aproximación, ya que si por una necesidad imprevista se hace necesario el uso de la máxima potencia, no se obtendrá ésta si el control de mezcla está mal colocado.

En todas las demás condiciones se debe usar controlando la temperatura de las cabezas de cilindros o del aceite del motor, ya que un aumento de éstas es indicio seguro de operar con mezcla excesiva-

mente "pobre".

Por supuesto que todos estos problemas desaparecen en una máquina que posea analizador de gases de escape. Sin embargo, como son relativamente pocas las que se encuentran en tal situación, el piloto debe suplir con inteligencia y cuidado su falta, al operar este control. Como dato ilustrativo, a continuación se detalla un procedimiento simple para su uso si no se cuenta con otras instrucciones más detalladas a mano.

1º) A menos que el manual lo especifique, no lo utilice nunca en alturas inferiores a 1.500 metros (5.000 pies) sobre el nivel del mar.

2º) Alcanzada la altura que utilizará, regule con el acelerador las revoluciones en vuelo recto y nivelado.

3º) Tire suavemente la perilla del corrector. A medida que lo haga notará un aumento en las revoluciones hasta llegar a un punto en el cual, si se continúa tirando, éstas empiezan a decrecer.

4º) Cuando ello ocurra, vuelva suavemente hacia adentro la perilla hasta obtener las máximas revoluciones.

5º) Con la perilla en esa posición, regule por medio del acelerador las revoluciones de nuevo, llevándolas al régimen de crucero correspondiente.

6º) A partir de este momento, vigile los indicadores de temperatura de cabeza de cilindros o de aceite. Si ésta no aumenta, la corrección hecha es adecuada y puede mantenerse todo lo que sea necesario mientras no varía la altura de vuelo. De no ser así (si la temperatura aumentara exageradamente), se deberá enriquecer de nuevo la mezcla, hasta obtener los resultados deseados.

Si el avión utilizado posee hélice de paso variable y velocidad constante, en lugar del cuenta revoluciones emplee el indicador de presión de sobre alimentación (manifold) para cada uno de los pasos indicados. ya que con este tipo de hélice no se nota un cambio en la indicación del taquímetro, a menos que sea muy importante la modificación en la potencia (posición del acelerador).

Cuando haga correcciones de mezcla, verifique que el control de aire caliente al carburador está en la posición "aire frío".

¡NO OLVIDE COLOCAR "MEZCLA TODA RICA", CUANDO DESCIENDA DESDE UNA ALTURA ELEVADA, AL NIVEL DEL MAR Y ANTES DE INICIAR CUALQUIER APROXIMACION FINAL PARA LOS ATERRIZAJES!

NOTA: El uso del corrector de mezcla puede ser necesario desde el momento del despegue, cuando se opera en aeródromos a gran altura sobre el nivel del mar. En estos casos siga los pasos detallados previamente con la única diferencia de:

1º) Con los frenos aplicados acelere el motor a pleno.

2º) Use el corrector en la forma indicada precedentemente, hasta obtener las máximas R.P.M. o presión de admisión.

3º) Una vez en vuelo, reajuste definitivamente el acelerador y la mezcla en la medida necesaria.

PRECAUCION: ¡Recuerde que en tierra un motor de aviación no debe ser operado a su máxima potencia por mucho tiempo dado el problema de su refrigeración! Por lo tanto; cuando deba proceder como se acaba de explicar (utilización del corrector durante el despegue), trate de realizar los ajustes dentro del menor tiempo posible, compatible con la seguridad de proceder propiamente. Si en cualquier momento durante el despegue en uno de estos casos, el motor hiciera falsas explosiones, enriquezca la mezcla si ya está en el aire y no tiene un lugar adecuado para aterrizar directamente hacia adelante; o reduzca el motor totalmente y detenga la máquina con los frenos, si las fallas se producen durante el rodaje previo al despegue.

Control del paso de hélice

En una máquina equipada con una hélice de paso fijo, el acelerador es el que regula la potencia del motor y su valor es indicado en el cuenta revoluciones.

Cuando la máquina está provista de una hélice de paso variable y velocidad constante, el acelerador controla la potencia, que es mostrada en el indicador de presión de sobrealimentación (manifold), mientras que el control del paso de la hélice gobierna el ángulo de las palas, que es indicado como en el caso de las de paso fijo, por el taquímetro (R.P.M.).

Ahora bien, para cada ángulo de las palas de la hélice (R.P.M.) existe una presión de admisión que no debe ser excedida, si se desea que el motor no sufra daños. Si bien es verdad que esa relación está dada por los fabricantes de cada avión o motor, de modo tal que usadas ambas al máximo —como se hace necesario durante los despegues— no se sobrepasan los límites de seguridad, la misma relación no continúa en vuelo, dado que el motor se "embala". En estas circunstancias el aumento en las R.P.M. hace que también aumente la presión de admisión, lo que ocasiona un esfuerzo extraordinario en los cilindros y sus partes componentes, que de prolongarse pueden ocasionar severos daños a éstos y al motor en general.

Inversamente, la utilización de un ángulo grande en las palas (paso grueso) impedirá al motor desarrollar la potencia necesaria, evitando que el avión adquiera la velocidad requerida para despegar, lo cual en muchísimos casos fue causa de accidentes.

De lo expuesto podemos sacar en conclusión que el piloto debe prestar especial atención e iniciar los despegues con el control de hélice en paso mínimo —máximas R.P.M.—, utilizando pleno acelerador hasta que el avión despegó y adquirió la velocidad de ascenso.

Una vez obtenida ésta, reducirá la potencia con el acelerador a

los límites señalados en el indicador de presión de admisión, para luego reducir con el control de paso de hélice las R.P.M., de acuerdo a la lectura del taquímetro. Generalmente los indicadores de presión de admisión y taquímetros tienen pintados para facilitar su lectura unos arcos verdes, que son los límites que el fabricante fija como seguros para la operación continua del motor. Alcanzada una altura segura y cuando su atención no debe concentrarse exclusivamente en la maniobra que está realizando, el piloto debe regular definitivamente ambos controles: acelerador (potencia) y paso de hélice (R.P.M.), en la medida que la necesidad lo exija.

A fin de no incurrir en errores en el uso del control del paso de hélice, es aconsejable emplear, además de la indicada, la siguiente técnica en la operación del mismo.

Cuando deba reducir la potencia, disminuya siempre primero la presión de admisión y luego las R.P.M. Cuando sea necesario aumentarla, proceda a la inversa.

Asegúrese de iniciar los despegues con máximas R.P.M. (paso fino o mínimo) y no olvide aumentarlas cuando volando a R.P.M. de crucero, necesite utilizar mayor potencia (para un ascenso o aproximación final de aterrizaje) ya que el no hacerlo así puede ocasionarle un serio problema, si debe dar motor por irse "largo" u otra contingencia similar.

Motores a explosión, principio de funcionamiento

La mayoría de los motores de aviación utilizados en los aviones livianos, operan bajo el mismo principio que los utilizados por los automóviles.

Como no se realiza en este manual un análisis completo de esta materia, sino tan sólo se da a los alumnos y pilotos una idea muy general de su funcionamiento, a continuación detallaremos en forma superficial dicho principio.

El mecanismo de este tipo de motor, como puede observarse en la figura 26, consta: de un cilindro, un pistón, una biela y cigüeñal.

Uno de los extremos de la biela está unido por medio de un perno al pistón y el restante conectado al cigüeñal, que convierte el movimiento alternativo del pistón en circular continuo y lo transmite a la hélice.

En la parte superior del cilindro (cabeza), se encuentran dos bujías que son las encargadas de encender la mezcla de aire-nafta y dos aberturas o pasajes, controlados por válvulas —una que admite la mezcla dentro del cilindro (admisión) y la otra que permite que los gases quemados sean expulsados del mismo (escape).

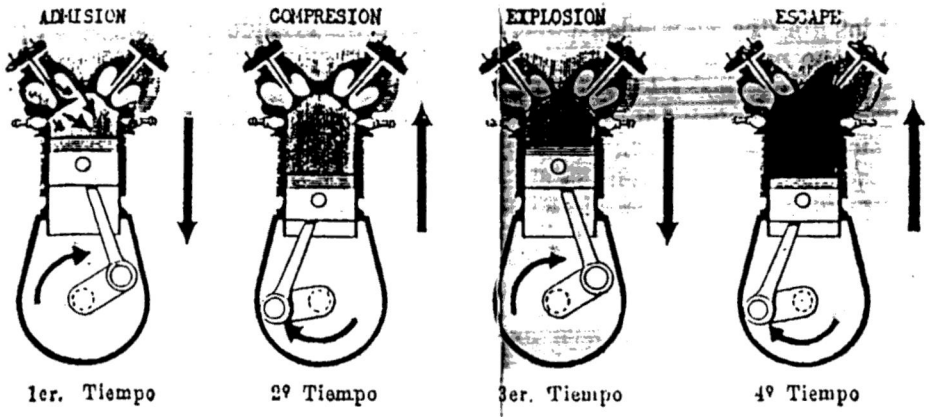


Fig. 26

Los cuatro tiempos de un motor a explosión.

Volviendo a la figura, estudiaremos en detalle cada uno de los cuatro tiempos de un motor como el que nos ocupa.

Primer esquema empezando desde la izquierda: el pistón comienza su carrera descendente, la válvula de admisión —abierta—, permite que la succión originada por el descenso del primero de los nombrados aspire la mezcla de aire-nafta dentro del cilindro; cuando esta carrera hacia abajo termina, la válvula de admisión se cierra y como lo muestra el segundo esquema; al subir de nuevo el pistón, la mezcla va siendo "empujada" o mejor dicho comprimida, entre el mismo y la cabeza del cilindro.

Cuando el pistón está por llegar al final de su recorrido hacia la "chispa" que enciende la mezcla ahora altamente comprimida, la que se quema casi instantáneamente.

Como consecuencia de ello la expansión de los gases "empuja" arriba, las dos bujías, por medio de sus respectivos magnetos, proveen el pistón fuertemente hacia abajo tal como se ve en el tercer diagrama, proporcionando así el tiempo motriz.

Un poco antes de llegar de nuevo al pistón al final de su recorrido hacia abajo, se abre la válvula de escape (esquema Nº 4) y en la siguiente carrera hacia arriba del primero, los gases quemados son expulsados fuera del cilindro.

De aquí en adelante recomienza nuevamente todo el ciclo.

La descripción precedente nos muestra que para completarlo se necesitan cuatro carreras o tiempo del pistón, los que ocurren cada dos vueltas o revoluciones del cigüeñal.

De los cuatro, solamente uno produce potencia motriz, obteniéndose los tres restantes por la fuerza de inercia que adquiere el cigüeñal en el tercer tiempo.

A fin de incrementar los tiempos motrices y obtener mayor potencia y suavidad de operación, los motores utilizados en aviación

tienen siempre por lo menos cuatro cilindros, de este modo cada noventa grados de giro del cigüeñal se produce un tiempo de potencia ; vale decir que los mismos ocurren a intervalos sucesivos con lo que se obtiene un momento de potencia casi ininterrumpido.

Sistema de enfriamiento de los motores

El encendido y expansión de los gases dentro de los cilindros, produce un intenso calor.

Gran parte del mismo es expulsado al exterior a través del escape. Sin embargo, el remanente debe ser removido para prevenir el recalentamiento de los primeros y del motor en general.

A tal efecto, los cilindros cuentan con un sistema de aletas alrededor de los mismos y sus cabezas, las cuales tienen por objeto transmitir el calor al aire que pasa a través de ellas durante el vuelo.

Como en las máquinas modernas el sistema de capots es diseñado de modo que presente la menor resistencia al avance, los fabricantes evitan en los mismos toda abertura o saliente superflua. De allí que en la mayoría de los aviones en uso, sólo se encuentran —por lo general—, dos agujeros rectangulares en la parte frontal de estos. Es por intermedio de los citados agujeros, conectados a los cilindros por un sistema de láminas metálicas denominadas chapas deflectoras, que se consigue encauzar el aire de la marcha forzándolo a través de éstas hacia las partes que se desean enfriar.

De lo expuesto, se deduce que para obtener el debido enfriamiento, los motores modernos necesitan ser "movidos" a una determinada velocidad dentro de la masa de aire. De allí que casi todos los fabricantes coloquen instrucciones en los manuales de operación, previniendo a los usuarios el evitar la marcha prolongada a regímenes de potencia elevada cuando el avión está en tierra. Igualmente aconsejan limitar el tiempo de calentamiento, las pruebas innecesarias y también fijan límites de velocidad de ascenso para asegurar de ese modo la cantidad de aire que se hará pasar por el motor a fin de mantener su temperatura dentro de los márgenes normales.

Algunos pilotos creen que evitarán recalentar el motor utilizándolo a regímenes menores que los aconsejados por el fabricante. Quienes proceden así consiguen exactamente lo contrario. Una vez más insistiremos en la necesidad de seguir al pie de la letra las indicaciones de los manuales —NINGUN FABRICANTE SE ARRIESGARA A QUE SU MOTOR FALLE, ACONSEJANDO UN REGIMEN DETERMINADO—. Cuando emite las especificaciones de uso ESTA SEGURO que las mismas SON MAS QUE SUFICIENTES para ser soportadas por el material con UN APRECIABLE MARGEN DE SEGURIDAD que él se reserva.

De igual modo no debe creerse que porque la máquina tenga una velocidad de pérdida de por ejemplo 80 kilómetros por hora, y el fabricante del avión aconseja un régimen de ascenso para la misma de 120 kilómetros por hora, que éste es muy elevado y por

lo tanto resulta igual o más conveniente trepar a 100 ó 110 kilómetros por hora.

Probablemente la razón del límite impuesto es el enfriamiento del motor en la mayoría de los casos. El motivo por el que nos permitimos insistir sobre este aspecto es, entre otros, el evitar el desarrollo de técnicas deficientes en la operación del material.

El recalentamiento de un motor puede traer: pérdida de potencia, consumo excesivo de aceite y detonación. De repetirse ocasionará: aros y válvulas pegados o quemados, pistones agujereados por la detonación y en casos extremos el "engranamiento" de cojinetes o del mismo motor.

Casi todos estos problemas pueden ser evitados operando el material dentro de las especificaciones, controlando la temperatura de las cabezas de los cilindros (si la máquina está provista con un indicador para ello), o la del aceite. Respecto a este último, es conveniente recordar que su función no es sólo la de lubricar las partes en movimiento, lo que de por sí elimina otra fuente de calor —la fricción—, sino también la de ayudar a la remoción de parte del calor de los cilindros a través de su circulación por todo el motor y, en muchos casos de radiadores especiales.

De allí la necesidad que el piloto preste la debida atención a las indicaciones de los manómetros y termómetros de aceite, ya que los mismos son una excelente prevención para ADVERTIR anormalidades en el funcionamiento del motor debidas a principios de recalentamiento o fallas en el sistema de lubricación.

Uso del combustible y lubricante apropiados

Cualquier motor necesita un combustible y lubricante apropiados para funcionar normalmente y sin problemas.

Los motores de aviación son en este aspecto extremadamente delicados y por lo tanto exigen ser operados con combustibles de la mejor calidad y que reúnan las condiciones de octanaje que la performance de los mismos requieran.

La nafta de automóvil, incluso la llamada "especial", no debe ser utilizada en estos motores, dado que su uso, además del peligro de detonación, puede formar en algunas partes del motor depósitos gomosos o de carbón, que dañarán a éste.

Además de lo expresado, la nafta de automóvil tiene una presión de vapor mucho más alta que la de aviación lo que puede producir "bloqueos" en las líneas de alimentación sobre todo en tiempo caluroso.

Generalmente el número de octanos de la nafta a utilizar, está especificado —además de los manuales—, en las tapas de llenado y en las placas de especificaciones de cada motor. La utilización de una nafta de un número de octanos más alto que el indicado, no mejorará la performance del motor y en algunos casos puede llegar incluso a dañarlo. Sin embargo, en casos de emergencia es preferible su utilización en lugar de una con octanaje menor que el especificado,

ya que esta última dañará en todos los casos, en mayor o menor grado al motor.

Igualmente no deben mezclarse nafta común con otra de un número de octanos mayor, intentando conseguir un resultado intermedio. Lo único que se conseguirá de este modo será un resultado artimético pero no verdadero, con los resultados contraproducentes que ello originará.

No olvidar que una nafta de mala calidad (vencida) o de un número de octanos menor que el requerido, causará en el motor: pérdida de potencia; recalentamiento; quemado de bujías; quemado o pegado de válvulas; excesivo consumo de aceite y detonación.

Con respecto al lubricante caben las mismas reflexiones; es decir que sólo debe emplearse el especificado para cada tipo de motor y de acuerdo a la época del año.

No deben mezclarse aceites con detergentes con otros comunes, ni tampoco creer que un motor "desgastado" mejorará su performance o consumirá menos lubricante empleando un aceite de densidad más elevada que la requerida.

Detonación

Este término, que aparece en muchas partes del presente manual, merece por tal razón una explicación más detallada.

La detonación es más bien una explosión que la inflamación y expansión normales de la mezcla de aire-nafta en el cilindro.

Se identifica por un sonido de campanilleo o golpeteo metálico similar al que se observa cuando a un moderno motor de automóvil se lo exige bruscamente empleando nafta común (de bajo índice octánico).

Se diferencia de la pre-ignición y del autoencendido, porque ocurre luego del salto normal de la chispa en el sistema de encendido debido a presencia de partes recalentadas en la cabeza del cilindro, tales como válvulas, bujías o partículas de carbón incandescente. En general las causas que originan ambas son: funcionamiento del motor en tierra a regímenes elevados —lo que limita su enfriamiento—; utilización de combustible de mala calidad o de bajo octanaje; empobrecimiento excesivo de la mezcla o apertura brusca del acelerador.

De lo expuesto podemos deducir que sus efectos pueden prevenirse utilizando el combustible correcto; manteniendo la mezcla suficientemente rica; empleando el acelerador en forma suave y progresiva y tratando de mantener la temperatura del motor dentro de los límites recomendados por el fabricante.

Definiciones

Potencia límite o nominal: Es la garantizada por el fabricante del motor a un número dado de revoluciones por minuto, a una altura determinada y otras condiciones especificadas. Por lo general, esta fuerza es menor que la potencia máxima del motor.

Potencia de despegue: Se llama así la potencia máxima especi-

ficada que se permite hacer uso para la operación de despegue y, normalmente, está limitada a períodos que oscilan entre uno y cinco minutos. Esta limitación debe cumplirse con la mayor exactitud por las siguientes razones: a) el motor está funcionando a alta potencia; b) el volumen de aire que circula alrededor de los cilindros está restringido por la poca velocidad de la aeronave; y c) la temperatura inicial del aire en el carburador puede ser muy elevada si el tiempo es caluroso.

Potencia al freno: Es la que en efecto se tarnsmite a la hélice. Puede medirse en un dinamómetro o, estando en vuelo, determinarse con un indicador de torsión —torquímetro— combinado con el indicador de revoluciones por minuto, con un cronómetro, con el indicador de paso de combustible, etc., o computarse por un calculador de rendimiento.

Prevención de la contaminación del combustible

Todos los años ocurren una cantidad de percances o accidentes que una vez investigados muestran sin lugar a dudas, que la causa de ellos fue la falla del motor por utilización de combustible contaminado con agua u otras materias extrañas, que obstruyeron la normal alimentación de éste, ocasiosando su detención con el consecuente aterrizaje de emergencia, que a su vez determinó el percance o accidente.

Pese a que hechos de esta naturaleza son dados a conocer por la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación en sus "Boletines Informativos" sumado a que casi la mayoría de los aviones modernos vienen provistos con grifos de drenaje rápido en sus tanques y filtros principales de combustible, es aún común que se produzcan casos como los citados precedentemente.

Esta razón nos hace pensar en dedicar una parte de este manual a esta causa potencial de problemas, que con un poco de cuidado pueden llegar a evitarse totalmente.

A tal efecto estudiemos primero las causas que producen la contaminación del combustible, una de las cuales, pese a ser lógica y simple pasa desapercibida para muchos pilotos.

1º) Dejar la aeronave con los tanques parcialmente llenos después de finalizar los vuelos del día.

Todos hemos observado cuando un avión es estacionado a la intemperie, la humedad que se acumula sobre el mismo. Sin embargo, pocos razonamos que la misma humedad existente sobre los planos, fuselajes, etc., también se ha formado en el interior de los tanques de combustible y que al condensarse se mezcla con éste.

2º) En algunos lugares no existen surtidores de nafta y la misma es mantenida en tambores que a su vez se encuentran a la intemperie donde a las condiciones especificadas en el punto anterior se suman el agua que puede entrar al interior de éstos a través de sus tapas cuando las mismas no son ajustadas debidamente o los tambores

quedan en una posición tal que, en casos de lluvia, ésta se acumula en los rebordes y penetra al interior.

Además del agua, la repetida apertura y cierre de los tambores, la introducción en éstos del caño de la bomba con que se extrae el combustible —que en muchos casos contiene polvo u otros elementos extraños—; o la extracción de la nafta con mangueras que debido al roce con la rosca donde se fijan las tapas pierden partículas de goma o tela, etc., hacen que este sistema de abastecimiento sea una fuente potencial de introducción de agua y otros elementos perjudiciales en los tanques de los aviones.

¿Qué precauciones pueden y deben adoptarse para evitar estos problemas?

a) ANTES DE CADA VUELO

Si se sospecha la existencia de agua o suciedad en el sistema de combustible, drene una porción abundante de éste en un recipiente transparente. No se concrete a extraer una pequeña cantidad. ¡Drene por lo menos 150 centímetros cúbicos!

Como el agua no se mezcla con la nafta, si se halla presente se decantará en la parte inferior del recipiente. No se drene solamente del filtro principal sino de cada tanque además de éste.

Si nota la presencia de agua continúe drenando hasta asegurarse que no quedó ninguna parte de ésta en el sistema.

Si la máquina no tiene grifos de drenaje rápidos en los tanques o filtros de combustible, hágalos instalar o en su defecto retire los tapones o desmonte el vaso colector de sedimentos. El costo de los grifos quedará más que compensado con el ahorro de tiempo y la seguridad obtenida con su instalación.

b) DESPUES DE CADA VUELO

Haga completar al tope todos los tanques antes de estacionar el avión. Con ello evitará la condensación de la humedad dentro de los mismos.

Este es un procedimiento que debería seguirse como norma, especialmente si la aeronave permanecerá inactiva varios días, aún cuando se hangare la misma, ya que además de eliminar una probable fuente de contaminación del combustible, el mantener los tanques llenos evita la acumulación de vapores (gases) de la nafta, con los consiguientes riesgos de explosión en casos de incendios.

Además de la precaución expresada, si no tiene más remedio que utilizar combustible procedente de tambores, no permita que el mismo sea cargado sin ser filtrado previamente. Para evitar la introducción de agua o suciedad, el filtro más eficiente es una gamuza de buena calidad. Asimismo es aconsejable el uso de embudos que no permitan que todo el combustible cargado llegue a los tanques; es decir que deben estar provistos con la llamada "trampa de agua", que es simplemente un caño que sobresale unos cuantos centímetros del fondo y que hace que el agua que pudiera contener el combustible, quede retenida en la misma.

c) MEDIDAS DE MANTENIMIENTO

Como medidas preventivas adicionales a las dos expresadas, haga que un mecánico competente realice en el avión a intervalos regulares los siguientes trabajos:

1. Inspeccione y limpie todos los tanques en cada inspección de 25 horas.
2. Cada 50 horas haga quitar y limpiar la malla filtro de entrada de nafta al carburador.
3. Cada 50 ó 100 horas haga drenar la cuba del carburador.

Para una mejor comprensión de la necesidad de ser precavidos en el drenaje de cada tanque y del filtro principal antes de cada vuelo, a continuación detallaremos dos pruebas llevadas a cabo.

La primera de ellas se efectuó en un avión común, monoplano de ala alta, con tren de aterrizaje convencional, al que previamente se le habían limpiado completamente sus tanques y sistema de combustible.

En tal oportunidad se cargó uno de los tanques a la mitad de su capacidad y luego se le añadieron 12 litros de agua (poco más de 3 galones).

Después de unos minutos se abrió el drenaje del filtro principal para ver si por éste se manifestabla la presencia del agua. Fue necesario entonces esperar que salieran del filtro casi tres (3) litros, antes que el agua apareciera. Por supuesto, esto es muchísimo más que lo que generalmente se drena en condiciones normales.

En la segunda prueba se utilizó un avión del tipo triciclo, para tener así las condiciones más aproximadas a las reales de una aeronave en vuelo. Igual que en el caso anterior se retiró completamente todo el combustible y se limpió el sistema de agua y suciedad. Luego de cargar uno de los tanques hasta la mitad, se le agregó al mismo 3.785 litros de agua (1 galón). Después de abrir el drenaje, fue necesario que saliera por éste más de un (1) litro de combustible antes de notar la presencia del agua.

Estas pruebas, más otras que tuvieron lugar con maquetas del tamaño y disposición iguales a las de cualquier avión actualmente en uso, mostraron lo siguiente:

1º) Cuando el agua se introduce —no importa cómo— en los tanques, no fluye de inmediato por el sistema de combustible hasta llegar al filtro principal, sino que aparentemente se "asienta" en el fondo de los primeros y no sale si no es a través de los tapones o gripos de éstos.

2º) Como de acuerdo a lo citado en el punto anterior no es posible retirar el agua a través del filtro principal de la línea de combustible, se hace imprescindible drenar cada tanque, filtro y cuba del carburador por separado, a fin de asegurar su completa remoción de todo el sistema.

Considerando detenidamente cada uno de los puntos expresados

precedentemente no cabe lugar a dudas que:

SIGUIENDO TODAS LAS PRECAUCIONES EXPRESADAS, CUALQUIER PILOTO PUEDE ELIMINAR TOTALMENTE EL RIESGO DE UNA FALLA DE MOTOR DEBIDO A LA UTILIZACION DE COMBUSTIBLE CONTAMINADO CON AGUA O SUCIEDAD.

Traducción del examograma Nº 10 por cortesía de la F.A.A.

NOCIONES DE INSTRUMENTOS DE VUELO

El tubo pitot y el sistema estático

Estos elementos son la fuente de presión para la operación de tres instrumentos de vuelo:

1. Altímetro
2. Variómetro
3. Velocímetro

El tubo de Pitot puede adoptar diferentes formas; poseer conjuntamente las conexiones para las presiones dinámicas y estáticas, y estar instalado en distintos lugares de un avión, siempre que en sus cercanías no existan interferencias que impidan a la corriente de aire, llegar libremente hasta él.

En algunos casos —especialmente en casi todos los tipos de aviones fabricados últimamente—, la fuente de presión estática puede estar ubicada en ambos lados del fuselaje, o en cualquier otra parte de la máquina, pero siempre en un lugar fácilmente accesible desde el exterior de ella.

Tal como explicamos al tratar acerca de la inspección previa al vuelo del avión, este sistema es uno a los que debe prestarse preferente atención, debido a que si existen obstrucciones en alguna de sus partes, ello ocasionará marcaciones falsas en cualquiera de los tres instrumentos mencionados.

Cuando se note o sospeche la presencia de elementos extraños u obstrucciones en las cañerías, hágase revisar toda la instalación por personal competente. En caso que fuera preciso "soplar" las primeras, nunca se intente hacerlo sin desconectar previamente TODOS LOS INSTRUMENTOS y una vez realizado esto aplíquese el aire siempre desde adentro hacia afuera. ¡NUNCA EN SENTIDO INVERSO!

Permítasenos insistir acerca de no intentar despejar las líneas sin asegurarse previamente QUE TODOS LOS INSTRUMENTOS ESTAN DESCONECTADOS en todas sus tomas de presión (estática y dinámica) y EN NO SOPLAR NI AUN CON LA BOCA POR EL TUBO PITOT. El no hacerlo así será la forma más segura de ocasionar

daños (roturas) irreparables a éstos.

La figura 27 muestra una instalación típica de tubo Pitot y sistema estático.

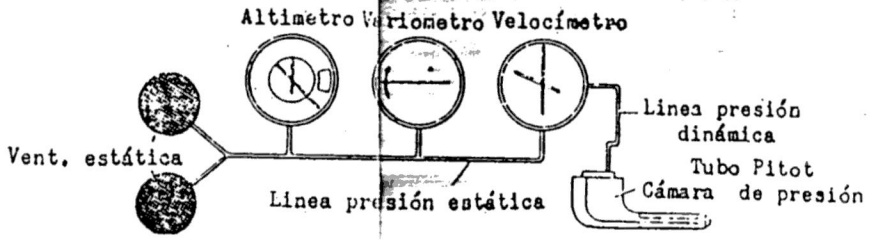


Fig. 27

Altímetro

Este instrumento mide la altura de una aeronave sobre un determinado nivel. Si tenemos en cuenta que éste es el único que nos proporciona información de altitud, debemos considerarlo como uno de los más importantes de los que componen los llamados "instrumentos de vuelo" y por lo tanto; a fin de utilizarlo debidamente, debemos conocer en detalle su principio de funcionamiento y el efecto que sobre su operación ejercen la presión atmosférica y la temperatura.

Su principio de funcionamiento es sumamente sencillo y se basa en el decrecimiento de la presión atmosférica con el aumento de la altura y viceversa. Consta de una o varias cápsulas aneroides —el número de éstas le da más o menos sensibilidad— las cuales al disminuir la presión se expande, transmitiéndose dicha expansión por una serie de engranajes y palancas a la (las) aguja (agujas) del cuadrante.

Para simplificar podríamos decir que el altímetro es simplemente un barómetro aneroide común que en lugar de indicar presiones atmosféricas, muestra valores de altura en metros o pies.

Efectos de la presión atmosférica y la temperatura sobre las marcaciones del altímetro

Tanto la primera como la segunda varían continuamente respecto a sus valores standard (760 milímetros; 1013,3 milibares y 29.92 pulgadas a 15° C. (59° F.).

A fin de poder compensar en forma rápida y segura dichas variaciones, los altímetros tienen una pequeña perilla que permite —en los modelos más simples— volverlos a cero o a la altura del terreno sobre el que está posado el avión antes de cada vuelo.

En los llamados "altímetros sensibles" (figura 28), se ajusta con la misma perilla el valor de la presión atmosférica del lugar en la denominada ventanilla "Kollsman" con lo cual es posible conocer la altura real de la aeronave sobre el terreno que se sobrevuela. En

la figura 28 el valor indicado en la ventanilla es de 30.34 pulgadas y el de altura, de 100 pies (30,48 metros).

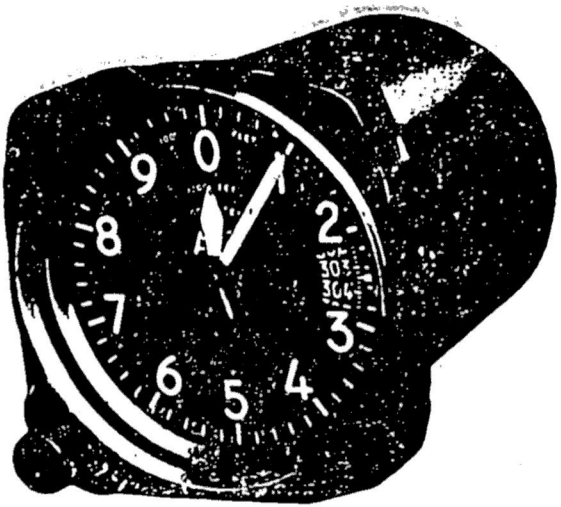


Fig. 28
De "Private Pilot's Handbook". Cortesía de la F.A.A.

El sistema descripto en segundo término proporciona los medios para asegurar al piloto una lectura cierta del nivel o altura a que está realizando su vuelo, permitiendo así la obtención de una mayor precisión, con el consiguiente aumento del factor seguridad.

Con referencia a la temperatura y sus efectos en las marcaciones del altímetro —si se tiene en cuenta que en un día cálido el aire será más "liviano" (menos denso), en unidades de volumen que en un día frío— es fácil entender que en ese caso a menos que se compense esa diferencia con la de la temperatura standard, la indicada será MAYOR que la altura real. En cambio, cuando la temperatura del aire sea menor que la standard, la autra indicada será MENOR que la real.

Como en casi la totalidad de los aviones modernos existe un termómetro de aire exterior, que indica la temperatura de éste durante el vuelo, es fácil obtener con sus lecturas y el uso de un computador, la altura real del avión y su diferencia con la indicada en cualquier momento que sea preciso.

Cuando no se cuente con un altímetro sensible (con ventanilla "Kollsman") ni termómetro de aire exterior, lo más seguro será —especialmente si se vuela en zonas montañosas en días fríos—, tomar una altura apreciablemente mayor que la utilizada para días normales.

Continuando con lo expresado referente al vuelo en regiones montañosas, es conveniente recordar que el adquirir un margen de altura mayor que el mínimo necesario para prever errores en el

instrumento, también resultará una ayuda adicional para evitar las corrientes descendentes —muy comunes en las zonas que tratamos— y que por supuesto son más severas cuando menor sea la altura de la máquina sobre el terreno, especialmente en días de vientos fuertes a sotavento de las montañas.

Respecto a los errores en la calibración en el tipo de instrumentos llamados "sensibles", los mismos son fáciles de comprobar en tierra, haciendo coincidir su lectura con la correspondiente al lugar y comparándola con la presión indicada en la ventanilla "Kollsman" reportada por la torre de control. Si los valores coinciden o no exceden los 22.86 metros (75 pies) en más o en menos, su lectura puede considerarse aceptable. Si los mismos son excedidos es aconsejable hacer calibrar el instrumento.

Otra fuente de error en las marcaciones puede ser —como explicamos al principio de este capítulo—, la obstrucción parcial o total de la toma estática del instrumento.

Como dato ilustrativo de la importancia que tiene en la seguridad del vuelo el uso correcto de la ventanilla "Kollsman" en los altímetros sensibles, es conveniente hacer notar que cuando por omisión o apuro se coloca tan sólo 0,1 de pulgada en más o menos en la citada ventanilla, dicho valor de presión equivale en altura a 30,48 metros (100 pies). Si el error en el ajuste es de 1 pulgada, la diferencia en altura será de 304,8 metros (1.000 pies).

Si tales errores ocurren durante la calibración previa a una entrada por instrumentos, que se realiza en condiciones I.F.R. reales en lugares donde existen —como en las proximidades del Aeroparque de la Ciudad de Buenos Aires— edificios de altura considerable en la zona de aproximación final, es fácil comprender los riesgos que ocasionarán los mismos.

Tipos de altura

Altura es la distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y una referencia especificada (Anexo 2, capítulo I del *Reglamento de vuelos y servicios de tránsito aéreo*).

Si bien existen tantas clases de altura como referencia desde las que pueden ser medidas; para nuestro caso sólo interesan cinco tipos, que se detallan seguidamente:

a) ALTURA ABSOLUTA: Es la altura de una aeronave sobre la superficie del terreno sobre el cual está volando.

b) ALTURA INDICADA: Es la leída en el instrumento (sin corregir).

c) ALTURA DE PRESION: Es la indicada en el instrumento cuando la ventanilla "Kollsman" está ajustada a la presión standard (760 milímetros; 1013,3 milibares o 29.92 pulgadas). Se usa para computar soluciones de altura de densidad; altura verdadera; o para cálculos de velocidad verdadera; etc.

d) ALTURA VERDADERA: Es la altura de la aeronave sobre

el nivel del mar (generalmente se expresa como "QNH"). Las alturas de los aeropuertos, obstáculos y elevaciones del terreno mostrados en las cartas aeronáuticas, son siempre alturas verdaderas sobre el nivel del mar.

e) ALTURA DE DENSIDAD: Es la medida de la densidad del aire. Puede también definirse como la altura de presión corregida por los estados de temperatura diferentes a la standard. Tiene una gran importancia, por estar directamente relacionada con la performance de una aeronave durante el despegue y el ascenso. Bajo condiciones de presión y temperatura diferentes a las standard, la altura de densidad difiere de la elavación real.

Baja presión atmosférica; temperatura elevada y excesiva humedad relativa, resultan en una disminución en la densidad del aire y en un aumento en la altura de densidad. (Contrariamente a la opinión prevaleciente, el aire húmedo es menos denso que el aire seco. El vapor de agua pesa menos que el aire seco —aproximadamente 5/8 menos—).

¿QUE EFECTOS TIENE UN AUMENTO EN LA ALTURA DE DENSIDAD SOBRE LA PERFORMANCE DE UNA AERONAVE EN EL DESPEGUE Y REGIMEN ASCENSIONAL?

a) La potencia del motor decrece (a menos que se trate de un motor sobrealimentado).
b) La hélice pierde eficiencia dado que la cantidad de aire que "muerden" sus palas en cada vuelta es menor debido a la menor densidad del aire.
c) La carrera del despegue "se alarga"; el régimen de ascenso disminuye a causa de la menor potencia producida por el motor y la pérdida de rendimiento de la hélice. Se hace necesario una velocidad mayor para obtener la sustentación requerida para que las alas soporten a la aeronave en ese aire más "fino".

En otras palabras, si la altura de densidad equivale a 2.780 metros (8.000 pies) a una elevación real sobre el nivel del mar de 1.740 metros (5.000 pies) la máquina volará y se comportará exactamente como lo haría volando a una altura verdadera de 2.780 metros (8.000 pies) sobre el nivel mencionado.

¿BAJO QUE CONDICIONES ES UNA MAYOR ALTURA DE DENSIDAD MAS PELIGROSA?

Cuando está presente con otros factores que tienden a incrementar la distancia (carrera) del despegue o requieren que esa distancia sea limitada por cargas excesivas; viento calmo; la longitud de la pista; obstrucciones en o cerca del límite de ésta; condiciones desfavorables de la misma (pasto alto, terreno blando o desparejo, elevación pronunciada del terreno en contra la dirección del despegue, etc.).

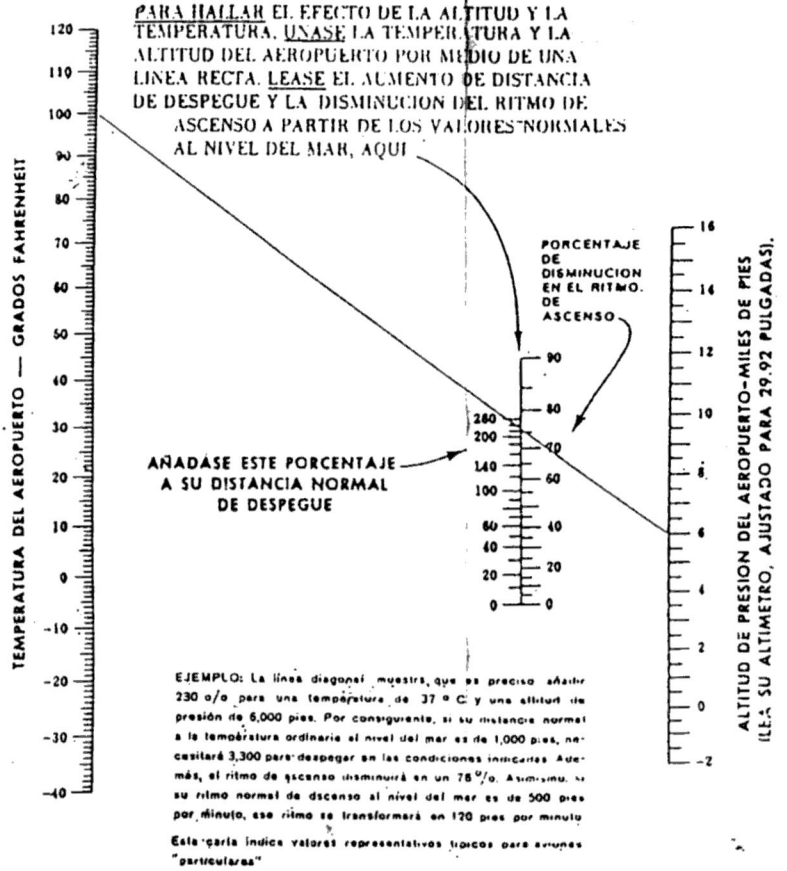
¿CUANTO PUEDE VARIAR LA ALTURA DE DENSIDAD EN UN LUGAR DADO, DURANTE LAS CONDICIONES EXTREMAS DE LAS ESTACIONES (VERANO O INVIERNO)?

Ello depende especialmente de los extremos a que lleguen las variaciones de temperatura con respecto a la standard.

Utilizando un buen computador o una carta de altura de densidad es fácil obtener la variación entre ésta con la verdadera en forma rápida. Asimismo es conveniente destacar que los efectos enunciados en el punto e), precedente, se invierten cuando la presión atmosférica, la temperatura y la humedad resultan menores que las standard. En estos casos, la altura de densidad será menor que la verdadera.

Obteniendo la altura de densidad por cualquiera de los dos métodos mencionados y empleando la llamada "CARTA DE KOCH" (figura 29), pueden conseguirse los valores (aumento o disminución en distancia

CARTA DE "KOCH"
PARA CORRECCIONES POR EFECTOS DE ALTURA Y TEMPERATURA



De "Private Pilot's Handbook". Cortesía de la F.A.A.

requerida para despegar y salvar el obstáculo y cuáles serán los valores de régimen ascensional) en proporción a los normales para la temperatura y altura standard.

Para obtener una idea real en cifras y apreciar cómo se utiliza la "Carta de Koch", imaginemos que un avión "X" requiere una distancia de 426,72 metros (1.400) pies) para salvar un obstáculo de 15,24 metros de altura (50 pies) bajo condiciones standard.

¿Qué distancia requería (problema "A"), a una altura de 1.524 metros (5.000 pies), con una temperatura de —21° C (—6° F) y, (problema "B") con la misma altura pero con temperatura de 40° C (104° F), para el despegue y la alteración en la perfomance de la máquina para su ascensional para cada uno de los casos?

PROBLEMA "A"

Uniendo con una línea 5.000 pies y —6° F, notamos un aumento en la distancia del despegue de un 20 %.

El incremento en la distancia de despegue será:

$$\frac{1.400 \times 20}{100} = 280 \text{ pies}$$

La distancia total requerida para el despegue será:

$$1.400 + 280 = 1.680 \text{ pies}$$

PROBLEMA "B"

Uniendo la línea de 5.000 pies con 104° F, notamos un aumento en la distancia del despegue igual a 190 %.

El incremento en la distancia del despegue será:

$$\frac{1.400 \times 190}{100} = 2.660 \text{ pies}$$

La distancia total requerida para el despegue será:

$$1.400 + 2.660 = 4.060 \text{ pies}$$

Por lo tanto, la diferencia en distancia para el despegue será:

$$4.060 - 1.680 = 2.380 \text{ pies}$$

En cuanto a los regímenes de ascenso disminuirán 16 % en el problema "A" y 56 % para el "B".

Suponiendo que el normal al nivel del mar fuera de 500 pies/minuto, en el primer caso resultaría igual a 420 pies/minuto; en el segundo, sería igual a 220 pies/minuto.

Bajo las condiciones precedentes —problema "A" y "B", en el segundo de los cuales no se ha tenido en cuenta la elevada humedad

relativa que suele acompañar tan alta temperatura—, puede verse que la distancia requerida para el despegue en un día caluroso, aumenta en más de 2.000 pies que la necesaria para la misma operación en un día frío en el mismo lugar o aeropuerto.

Por lo tanto: Tenga mucho cuidado cuando opere en terrenos elevados sobre el nivel del mar, especialmente en días de temperatura y humedad elevadas y no permite que la perfomanc de su avión en un día frío de invierno, le provoque un falso sentido de seguridad si debe despegar del mismo lugar en un día caluroso y húmedo de verano.

NOTA: Por razones de comodidad, los cálculos de los ejemplos fueron realizados empleando pies en lugar de metros, y grados Fahrenheit en lugar de Centígrados. Como la mayoría de los aviones en uso vienen con sus instrumentos calibrados en tales términos, consideramos que no existirán problemas para otros casos.

No obstante, para quienes deseen trabajar con el sistema métrico utilizado en nuestro país, seguidamente detallamos en forma simple las fórmulas para las respectivas conversiones:

Para convertir pies a metros: multiplicar pies por 0,3048.

Para convertir metros a pies: dividir metros por 0,3048.

Para convertir Centígrados a Fahrenheit:

a) arriba del punto de congelación

$$F° = 32° - (C° \times 1{,}8)$$

b) debajo del punto de congelación

$$F° = (C° \times 1{,}8) + 32°$$

Para convertir Fahrenheit a Centígrados:

a) arriba del punto de congelación

$$C° = (F° - 32°) \div 1{,}8$$

b) debajo del punto de congelación

$$-C° = (32° - F°) \div 1{,}8$$

Ejemplos:

Centígrados a Fahrenheit

a) $30° \text{ C} \times 1{,}8 = 54°$
$+ 32°$
$30° \text{ C} = 86° \text{ F}$

b) $-20° \times 1{,}8 = -36°$ $32°$
$-36°$
$-20° \text{ C} = -4° \text{ F}$

Fahrenheit a Centígrados

a) $50° \text{ F} - 32° = 18° \text{ C}$
$18° \div 1{,}8 = 10° \text{ C}$
$50° \text{ F} = 10° \text{ C}$

b) $-4° \text{ F} = 32° - (-4°) = 36°$
$36° \text{ F} \div 1{,}8 = 20° \text{ C}$
$-4° \text{ F} = -20° \text{ C}$

Por supuesto que todos estos cálculos pueden eliminarse con la utilización de un buen computador como los que existen actualmente en el mercado aeronáutico.

Velocímetro

Este instrumento puede definirse como un indicador de presión diferencial que por medio de su aguja indicadora, nuestra dicha diferencia de presiones en el dial del mismo en forma de kilómetros, millas o nudos de velocidad por hora.

La diferencia de presiones corresponde a la del impacto del aire de la marcha que llega al interior de un diafragma colocado dentro de la caja del instrumento, a través del tubo Pitot y a la de la presión estática o atmosférica que existe al nivel que se vuela y penetra al interior de la misma caja, por medio de una línea que puede provenir del mismo Pitot o de una fuente especial de dicha presión (ver figura 27), tal como se explicó en el caso del altímetro.

Estas dos presiones son iguales cuando el avión está estacionado en tierra en un día sin viento.

Cuando la máquina se mueve a través del aire, la presión dinámica que llega al diafragma por intermedio del tubo Pitot, es mayor que la estática. Esta diferencia de presiones es el principio que hace actuar al instrumento tal como explicamos anteriormente.

La figura 30 muestra un moderno velocímetro que además de

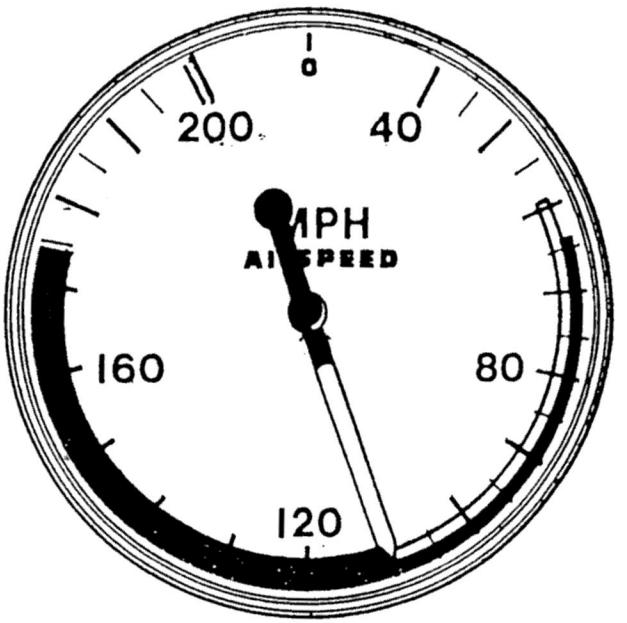


Fig. 30

Cortesía de la F.A.A.

sus valores en cifras, tiene marcados en su dial una serie de arcos de diferentes colores cuya utilización explicaremos a continuación.

El arco blanco que empieza un poco antes de 60 millas y termina en el punto que muestra la aguja —110 millas—, indica el margen de velocidad que pueden ser operados los flaps. Asimismo la iniciación del arco, indica la velocidad de pérdida con los flaps aplicados y el tren de aterrizaje abajo; su final es la velocidad máxima con que los primeros pueden ser extendidos. Si este límite no se respeta y son utilizados a mayor velocidad, pueden producirse severos daños o fallas en la estructura.

El arco verde que empieza en las 65 millas y termina en 175, es el área de operación normal de la máquina. Igualmente, el principio del arco verde indica la velocidad de pérdida del avión con el tren de aterrizaje y los flaps replegados.

El arco amarillo comprendido entre las 175 y 200 millas, es la llamada área de precaución y significa que cuando la máquina se aproxima a esa área debe reducirse la velocidad a menos que se esté volando en aire completamente calmo. Es conveniente aclarar que la parte superior del arco verde es llamada también la máxima velocidad estructural de crucero y debe respetarse como la correspondiente a la máxima para operación normal.

Por último, la línea radial roja, indica la máxima velocidad a que puede ser operado el avión y no debe ser excedida intencionalmente por el piloto en ninguna ocasión.

Existen además otras limitaciones en las velocidades de operación de cada avión que pueden no estar marcadas en el instrumento; sin embargo, estas velocidades suelen estar señaladas por medio de placas u otras instrucciones especiales en el tablero de la máquina o en el manual de la misma. Una de esas velocidades —muy importante— es la llamada "velocidad de maniobra". Esta velocidad es generalmente la máxima para operación en aire turbulento o para maniobras bruscas.

POR LO TANTO, SI DURANTE EL VUELO ENCUENTRA FUERTE TURBULENCIA, REDUZCA SU VELOCIDAD A LA DE MANIOBRA O A UNA UN POCO MENOR A EFECTOS DE REDUCIR LAS CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA DE SU AVION.

Además de lo explicado, el piloto debe conocer otras clases de velocidad, que a tal efecto detallamos:

1. VELOCIDAD INDICADA: Es la leída directamente en el instrumento sin las correcciones debidas a las diferencias entre la presión y temperatura standard con la real; los errores por instalación, o los errores propios de cada indicador (velocímetro).
2. VELOCIDAD CALIBRADA: Es la indicada corregida por errores de instalación y del instrumento.

   Aun cuando los fabricantes tratan de corregir estos errores al mínimo, ello no es posible en toda la gama de velocida-

des, especialmente en las más bajas. Asimismo en algunos casos tales como cuando se utilizan ciertos grados de flaps, etc., puede haber diferencias entre las velocidades indicadas y calibradas, por eso algunos fabricantes acostumbran tabular tales diferencias, las que incluyen en los manuales de operación de cada máquina, o, en otros casos, utilizan una tabla de calibración que colocan en las cercanías del instrumento para consulta.

3. VELOCIDAD REAL: El velocímetro sólo registrará la velocidad real de la aeronave en condiciones de presión y temperatura standard (760 milímetros, 1013,3 milibares o 29.92 pulgadas con 15° centígrados (59° Fahrenheit) y aire completamente calmo. Tal como vimos al estudiar el altímetro, la presión atmosférica y temperatura varían con la altura y por lo tanto el avión deberá volar "más ligero" a mayor altura para conseguir que el instrumento acuse la misma velocidad que a niveles más bajos con la misma posición de vuelo y potencia, debido a que la menor densidad del aire en altura hará menor la presión de su impacto sobre el diafragma.

   Por lo tanto, para una velocidad real dada, la velocidad indicada decrecerá con el aumento en altura.

   A fin de conocer la velocidad real en cualquier altura el piloto puede utilizar dos métodos:

   1º) El más seguro consiste en corregir la velocidad calibrada por temperatura y presión, según la altura de vuelo que se está empleando, utilizando un computador.

   2º) El otro método —muy elemental— consiste en agregar un 2 % de la velocidad indicada a la misma, por cada 1.000 pies de aumento en altura.

EJEMPLO:

Para obtener la velocidad real con una velocidad indicada de 140 millas por hora, a una altura de 6.000 pies, realice la siguiente operación:

$6 \times 2\ \% = 12\ \%\ (0{,}12)$
$140 \times 0{,}12 = 16{,}8$
$140 + 16{,}8 = 156{,}8$ millas por hora de velocidad real

Variómetro

Este instrumento —llamado algunas veces indicador de velocidad vertical—, muestra si la aeronave está descendiendo, tomando altura o volando a un mismo nivel.

No indica posiciones de vuelo sino regímenes de ascenso o descenso en metros por segundo o pies por minuto. Estando debidamente calibrado, registrará cero en vuelo nivelado.

Tal como el altímetro y el velocímetro, es un indicador de cambio de presiones que tienen lugar entre un diafragma y la caja que lo contiene, que está unida como los indicados anteriormente, a la línea de presión estática como se puede apreciar en la figura 27.

Debido a la longitud de esta última, existe un retardo entre la iniciación del cambio de régimen y su indicación en el instrumento. Este retardo debe ser debidamente interpretado a efectos de no intentar "seguir la aguja" cuando sea necesario efectuar correcciones. Con la debida práctica, el piloto aprende a anticipar el retardo y de

ese modo consigue mantener el régimen deseado sin mayores esfuerzos.

Este instrumento —utilizado en combinación con el altímetro sensible— es una valiosa ayuda para mantener el nivel de vuelo, ya que con el uso de ambos es posible detectar las más pequeñas tendencias a los cambios de altura.

Brújula o compás magnético

Este instrumento que puede verse en la figura 32 es —aún en nuestros días— el elemento primario para mantener una dirección

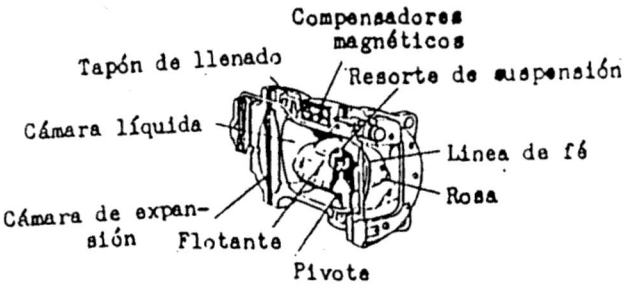


Fig. 32

Cortesía de la F.A.A.

o rumbo. Existen muchos tipos de brújulas, pero nosotros estudiaremos el mostrado en la figura, por ser normal en casi todos los aviones en uso.

Básicamente consiste en dos agujas magnéticas (imanes) montados en algunos casos sobre la "rosa" (como en la figura) y en otros debajo de ésta. La "rosa" que está unida al flotante, tiene marcaciones que indican por medio de letras los cuatro puntos cardinales, siendo la "N" (norte) el cero de la escala.

Cada treinta grados figura un número que debe multiplicarse por diez para obtener el valor real existiendo además una serie de líneas que subdividen ese valor en diez y cinco grados respectivamente. Las líneas más largas tienen el valor indicado en primer término y las cortas el segundo.

Errores de la brújula o compás

Aun cuando el campo magnético de la tierra (principio por el cual funciona la brújula) es aproximadamente Norte-Sud, existe una diferencia entre el mismo y el Norte-Sud verdaderos. Esta diferencia es denominada "declinación magnética" y puede tener el mismo valor en diferentes puntos de la tierra muy distantes entre sí y sin que necesariamente haya entre ellos una línea recta.

Esta "declinación magnética" es producida por campos magnéticos locales, por depósitos de minerales u otras condiciones similares. A fin que el piloto conozca su valor, el mismo es señalado en las cartas aeronáuticas por medio de las "líneas isogónicas". En los puntos donde no existe variación entre los Norte-Sud magnéticos con los geográficos, la línea que indica esta condición es llamada "línea agónica" o de "declinación cero".

Además de lo expresado, las brújulas pueden ser afectadas en sus indicaciones por magnetismo del avión en el que están instaladas. Este magnetismo puede ser producido por partes metálicas de la máquina, equipos eléctricos, etc., y causar diferencias notables entre el valor indicado con el real.

La diferencia existente entre una brújula afectada por los campos magnéticos que se mencionan, con otra que no lo está, se designa como "desvío compás" o simplemente como "desvío".

Como los mismos pueden no ser iguales para todos los rumbos —ya que al girar el avión cambia el ángulo de las partes imantadas y con ello el valor de la perturbación—, las brújulas son "compensadas" cada noventa (90°) grados y cuando con la citada compensación no se consigue anular el error en todos los rumbos, los resultantes se tabulan en forma de tabla y se colocan cerca de la misma de modo que el piloto los conozca en cualquier momento.

Dicha tabulación es designada con el nombre de "tabla de desvíos".

Compensación de la brújula

La misma debe llevarse a cabo periódicamente en la plataforma

de compensación, lugar que debe estar alejado de la edificación de los aeródromos y en el cual se han marcado con un teodolito los doce rumbos a tabular, con un intervalo de treinta grados.

La máquina debe alinearse a lo largo de su eje longitudinal con la línea Norte-Sud de la plataforma, debiendo tener a bordo todo el equipo que usualmente se utiliza en un vuelo de navegación alojado en los lugares correspondientes. Si no es del tipo triciclo, debe colocarse en "línea de vuelo" utilizando a tal efecto un caballete y calzas en lo posible de material no metálico.

Una vez conseguida esta situación deben girarse los imanes de compensación de la brújula hasta obtener en la misma una marcación "Norte" o "Cero", si la misma no coincide con dicho valor. A continuación se girará el avión hasta colocarlo apuntando hacia el "Este". Si la indicación del compás no concuerda con esta dirección, se moverán los imanes correspondientes hasta conseguirlo. Los imanes de compensación son accionados por unos tornillos que quedan al descubierto al correr una tapa en la parte superior del compás o quitándolos de un alojamiento en la parte inferior del mismo. Cada uno de ellos tiene una letra que los identifica (N-S y E-W).

Conseguida la anulación de los errores en los dos rumbos especificados, el avión se colocará en dirección "Sud" y si existe diferencia entre la marcación del compás con la plataforma, se corregirá con los imanes correspondientes, SOLAMENTE LA MITAD DEL ERROR.

Seguidamente se apuntará la proa de la máquina en dirección "Oeste" (W), y se procederá en la misma forma que con el rumbo "Sud", es decir, CORRIGIENDO SOLAMENTE LA MITAD DEL ERROR, si existiera alguno.

A continuación se volverá de nuevo la máquina al rumbo "Norte" y si el valor indicado no es exactamente el mismo, se anotará el indicado en la tabla de desvíos. Igual temperamento se adoptará en los once rumbos restantes.

La tabla de desvíos puede ser igual a la que sigue como modelo:

Para	N	30	60	E	120	150	S	210	240	270	300	330
Tomar	2	29	60	89	120	151	180	211	240	271	300	334

NOTA: Es conveniente la realización de la compensación con el(los) motor(es) en marcha y los equipos eléctricos (radios, luces, etc.) funcionando. La omisión de ello puede ser causa de obtención de valores erróneos, dado la diferencia en la perturbación del compás cuando algunos de los equipos citados no están operando. Igualmente el motor puede producir alteraciones en la indicación de la brújula debido a campos magnéticos creados por los magnetos, generador, bujías, etc., los que no se manifestarán si el mismo está detenido.

Instrumentos giroscópicos

Los tres instrumentos que se detallan a continuación son accionados por giróscopos como el que se muestra como modelo en la figura 33:

1. Indicador de giros y ladeos.
2. Giro direccional.
3. Horizonte artificial.

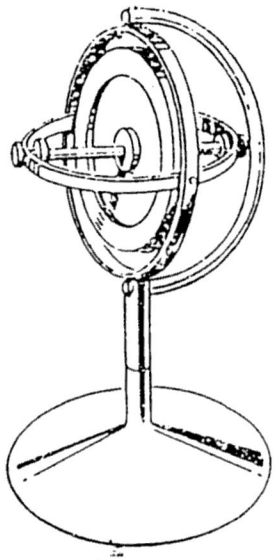


Fig. 33
Modelo de giróscopo

Indicador de giros y virajes

Este fue uno de los primeros instrumentos empleados para controlar una aeronave sin referencias visuales del horizonte o terreno.

En realidad es una combinación de dos instrumentos, una bolita (inclinómetro) y una aguja indicadora del régimen de giro. La primera es actuada por fuerzas naturales, mientras que la segunda depende del movimiento de un giróscopo instalado en el interior de la caja, que accionado por vacío o eléctricamente, produce sus indicaciones.

La bolita indica al piloto la coordinación con que está efectuando su giro. Su principio de funcionamiento —sumamente sencillo— se basa en la atracción terrestre sobre los objetos, es decir, que al inclinarse al avión, la misma tiende a desplazarse hacia la parte del tubo. Sin embargo, como en los virajes actúa también la fuerza centrífuga que se opone a la primera, en los ejecutados correctamente ambas fuerzas se equiparan y la bolita queda en el centro del tubo (figura 34) indicando la perfección de la maniobra para cualquier grado de inclinación empleado.

La regla para centrar la bolita de acuerdo con sus indicaciones es: si está hacia abajo (deslizamiento) —fig. 35—, aumentar la presión en el pedal del lado del giro o disminuir la inclinación de éste.

En caso contrario (patinada) —fig. 36), disminuir la presión del pedal o aumentar la inclinación del giro.

En otras oportunidades, estas correcciones deberán aplicarse en forma combinada o sea que al mismo tiempo que se aumenta la inclinación se disminuirá la presión en el pedal, o viceversa.

En cuanto a la aguja indicadora del régimen de giro, muestra el número de grados (velocidad angular), a que la aeronave está girando alrededor de su eje vertical.

Figura 34
Giro coordinado

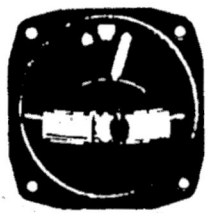


Figura 35
Giro deslizando

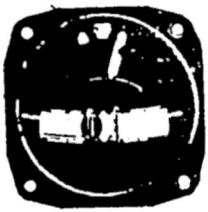


Figura 36
Giro patinando

De "Private Pilot's Handbook". Cortesía de la F.A.A.

Esta aguja no indica el grado de inclinación de la máquina en forma directa como el horizonte artificial. Sin embargo, como para cada velocidad en el aire existe un ángulo de inclinación definido para mantener la coordinación del giro a un régimen determinado, es posible obtener aproximadamente el valor de la inclinación —en base a su deflección— en forma indirecta.

Por ser este instrumento uno de los más simples y dignos de confianza, es necesario que el piloto aprenda a entender y a interpretar sus indicaciones, que, en lo que se refiere a la bolita, son las enunciadas precedentemente.

En lo referente a la aguja, sus marcaciones pueden ser de dos tipos según la calibración del instrumento:

a) de dos minutos;

Con esta calibración, para realizar un giro de 360°, habrá que mantener la aguja desplazada de su línea de fe, un ancho durante ese tiempo (2 minutos), o sea que el giro tendrá una velocidad angular de 3° por segundo, o;

b) de cuatro minutos;

En este caso, para obtener la misma velocidad angular de 3° por segundo, habrá que desplazar la aguja de su línea de fe 2 anchos. De lo contrario, para completar un giro de 360° se emplearán 4 minutos dado que con la marcación anterior el régimen de giro será solamente de 1 ½° por segundo.

Como puede verse, la única variación existente entre ambos tipos es solamente en lo que se refiere al desplazamiento de la aguja (1 ó 2

anchos). A fin de que el piloto no se confunda con estas calibraciones, los instrumentos iguales a los mostrados en las figuras 34, 35 y 36, son los del tipo de cuatro minutos. Los que no tienen marcados en su dial ninguna referencia a los lados de su línea de fe central, son los del restante (de dos minutos).

Giro direccional

El giro direccional (figura 37) es un instrumento designado para facilitar el uso de la brújula o compás magnético.

Esta última presenta inconvenientes en su lectura durante los giros, ascensos, picadas, o en aire turbulento, los que no ocurren con el instrumento que nos ocupa que no es afectado por las mismas fuerzas.

Figura 97. *Indicador de rumbo.*
37 *Cortesía de la F.A.A.*

Su uso es muy simple, debiendo solamente el piloto ajustar su marcación girando por intermedio de la perilla que el instrumento posee a tal efecto la rosa del mismo, hasta que indique el valor leído en el compás. Conseguido esto, se tirará de la perilla hacia afuera lo que "conectará" el giro direccional, obteniéndose de inmediato una lectura sin retardos del rumbo del avión.

Este procedimiento debe repetirse aproximadamente cada quince minutos, después de colocar el avión en perfecto vuelo recto y nivelado.

Aun cuando los límites de operación de este instrumento son muy amplios, ya que su funcionamiento no es afectado por ascensos, picadas o inclinaciones de hasta 55 a 60 grados, los mismos no deben ser sobrepasados sin previamente "trabarlo". Cuando se desee ejecutar maniobras superiores a tales límites, antes de hacerlo se empujará hacia adentro la perilla. Si se omite este procedimiento las marcaciones dejarán de ser fieles y para volver a utilizarlo de nuevo, será necesario reajustarlo utilizando la perilla.

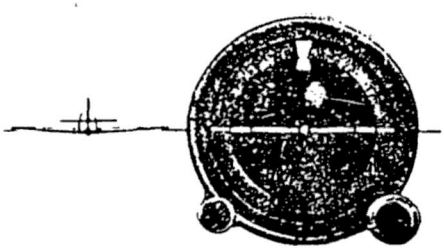
Horizonte artificial

Este instrumento, mostrado en la figura 38, consta de un avión miniatura y una barra horizontal, los que dan al piloto una indicación similar a la que obtiene volando con referencia al avión y horizontes

Fig. 38

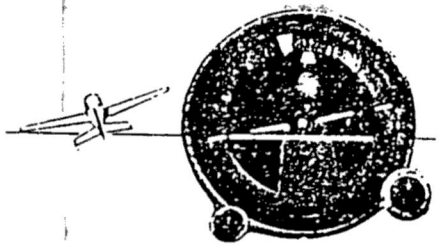
Cortesía de la F. A. A.

DISTINTAS INDICACIONES DEL HORIZONTE ARTIFICIAL



Vuelo recto y nivelado.

Fig. 39



Viraje en ascenso a la izquierda.

Fig. 40

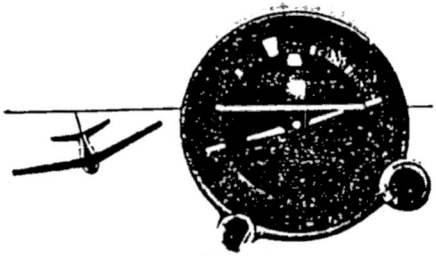


Fig. 41

Viraje en planeo a la izquierda.

De "Private Pilot's Handbook". Cortesía de la F.A.A.

reales. Esta indicación es instantáneamente aun para los más pequeños cambios de posición, lo que hace que este instrumento —propiamente mantenido— sea sumamente seguro y fácil de interpretar.

Con el fin de obtener una lectura más precisa, está dotado de una perilla —en algunos modelos— que permite ajustar hacia arriba o abajo el avión miniatura con la barra horizonte, a fin que ambos coincidan si el piloto lo desea. Algunos tipos, como el mostrado en la figura, poseen una perilla para "trabarlo" durante la ejecución de maniobras acrobáticas.

Con respecto a los límites máximos que pueden alcanzarse con seguridad en sus marcaciones, los mismos son de aproximadamente 60° a 70° para los ascensos y picadas y de 100° a 110° en lo que se refiere a inclinaciones.

Es conveniente destacar que el indicador de inclinación que acompaña a la barra horizonte en su movimiento, puede llegar a confundir al piloto si trata de utilizarlo para determinar la dirección de la misma, debido a que se mueve en sentido contrario a ésta. Esta escala, graduada cada 30°, sólo debe utilizarse para obtener precisión, debiendo en todos los casos compararse la posición del avión miniatura con la barra horizonte como indicación de la posición y dirección del giro, tal como se procede en vuelo visual empleando como referencia el horizonte natural.

Instrumentos del motor

TAQUÍMETRO: Este instrumento indica las revoluciones por minuto de motor (R.P.M.) y con él se controla en los aviones de hélice con paso fijo, la potencia de éste. Es accionado por medio de una transmisión flexible conectada al motor.

Si consideramos que cada motor en particular debe funcionar a un determinado número de revoluciones por minuto, es innecesario explicar la importancia de este instrumento para la correcta operación del primero.

MANÓMETRO DE PRESIÓN DE ACEITE: Señala la presión con que circula el aceite en el interior del motor. Por tal razón es sumamente necesario controlar muy especialmente sus indicaciones, ya que la falta de presión puede originar un engranamiento que —en la mayoría de los casos—, llega a inutilizar o por lo menos a dañar muy seriamente al primero. Su funcionamiento se basa en la deflección de un tubo BOURDON colocado en el interior de su caja, la que es transmitida a la aguja por medio de engranajes y palancas.

El tubo BOURDON es un tubo de cobre de sección elíptica que tiene la particularidad de tender a enderezarse al ser sometido a presión en su interior, volviendo a su estado normal al desaparecer ésta.

En los indicadores de presión de líquidos, ésta es proporcionada por los mismos, que penetran directamente al interior del tubo que está cerrado en uno de sus extremos y fijado a la caja del instrumento. El extremo restante es el que recibe la presión y tiene el movimiento que hace actuar la aguja.

INDICADOR DE TEMPERATURA DE ACEITE: Llamado también termómetro de aceite, este instrumento indica —indirectamente— la marcha del motor, ya que cuando la misma es anormal sus indicaciones acusan diferencias notables. Por tal motivo y del mismo modo que el indicador de presión, debe ser controlado cuidadosamente por el piloto. Su funcionamiento y mecanismo es exactamente igual al manómetro de presión, con la única diferencia en el elemento que hace flexionar al tubo BOURDON, el cual en este caso, es un líquido altamente volátil (generalmente éter metílico) que lo acciona a través de un tubo capilar que llega desde el bulbo donde está depositado.

Dicho bulbo va colocado dentro del aceite que circula por el motor y al ser calentado hace que el líquido se gasifique y transmita esa presión al instrumento.

PANEL DE INSTRUMENTOS DEL AVION PIPER PA-11

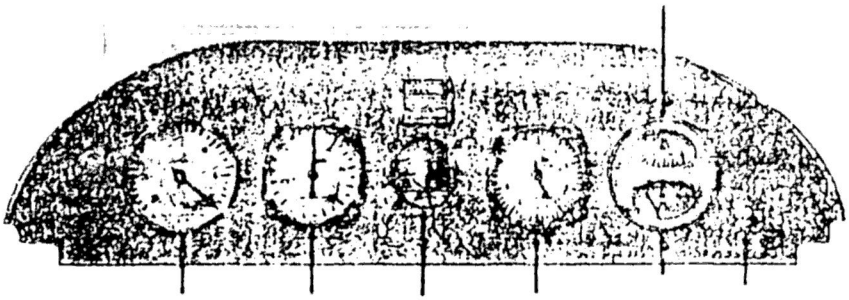


Fig. 48

NOCIONES DE METEOROLOGIA

Estructura de la atmósfera

En la primera parte del presente manual, está desarrollada la composición de la atmósfera. Por lo tanto no insistiremos nuevamente en este aspecto, procediendo únicamente a explicar a continuación, la división de las diferentes capas de la misma, como puede verse en la figura 43.

Para los propósitos del vuelo, la atmósfera está dividida en dos capas. La superior, donde la temperatura permanece constante, es la "estratosfera". La capa inferior, donde la temperatura cambia y en la que se producen los fenómenos atmosféricos, es denominada "troposfera". (Entre ambas capas existe otra —que no se muestra en la figura—, llamada "tropopausa" la que sirve como límite entre una y otra).

Tal como puede apreciarse en la figura, la troposfera se extiende desde el nivel del mar hasta los 10.668 metros (35.000 pies).

A partir de ese nivel comienza la estratosfera en la que —como puede apreciarse—, no existen nubes ni continúa descendiendo la temperatura. En ella no existen corrientes de aire verticales, sino solamente horizontales en diversos niveles, generalmente en una misma dirección. De esa característica deriva su nombre (estrato-capa).

El oxígeno y el cuerpo humano

Tal como vimos en la primera parte, la atmósfera está compuesta por gases —cerca de 4/5 partes de nitrógeno y 1/5 parte de oxígeno, con aproximadamente un 1 % de otros gases varios mezclados con éstos—.

El oxígeno es esencial para la vida humana. A los 5.900 metros (18.000 pies), como la presión atmosférica es solamente la mitad de la normal, respiraríamos únicamente la mitad de oxígeno. Nuestras reacciones estarían por tal causa muy por debajo de las normales, e incluso muchos de nosotros, llegaríamos a quedar inconscientes.

De hecho, una persona promedio, comienza a reaccionar en forma subnormal al alcanzar una altura aproximada de 3.048 metros (10.000 pies).

Para prevenir estas posibilidades desfavorables, debe evitarse el realizar vuelos sobre esa altura, sin utilizar equipos de oxígeno y ropas de abrigo, a menos que se vuele en aviones con cabina presurisada, en los cuales la temperatura, presión y contenido de oxígeno del aire, pueden ser mantenidos dentro de márgenes normales.

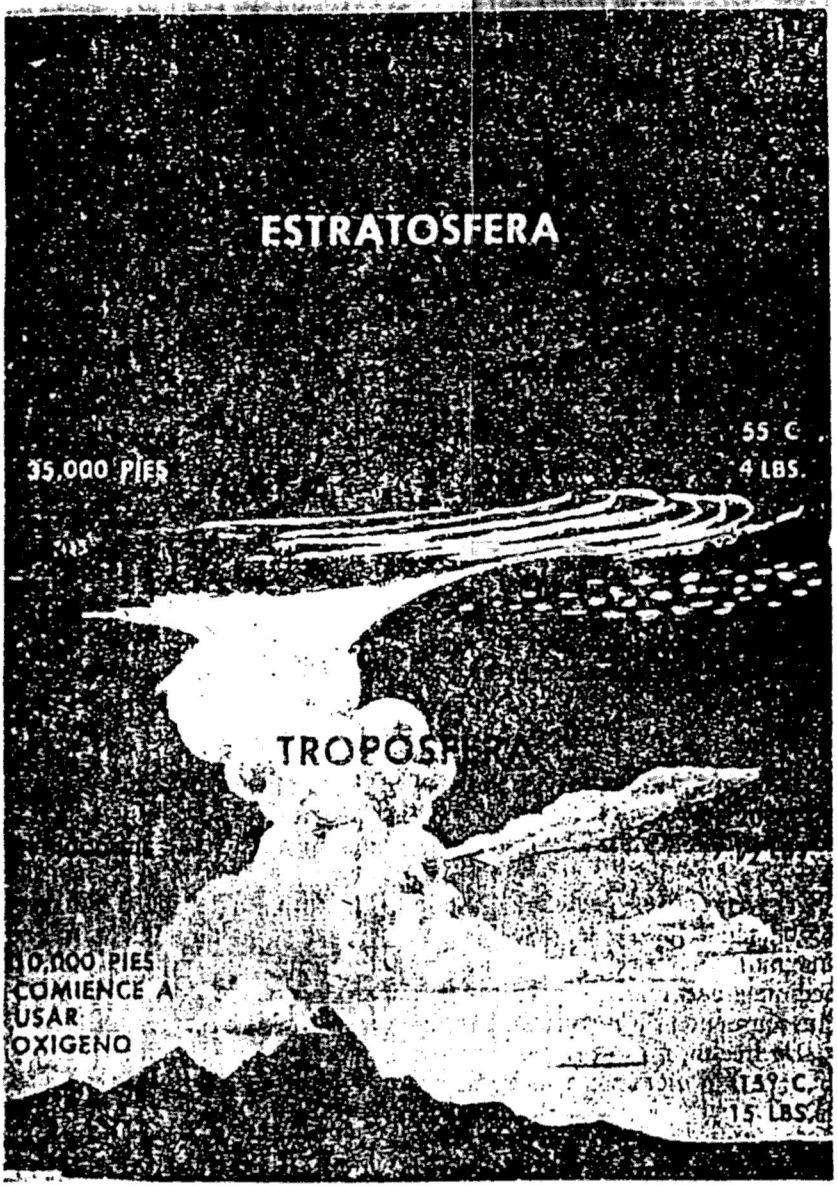


Fig. 43

De "Private Pilot's Handbook". Cortesía de la F.A.A.

Elementos de meteorología, cartas del tiempo

Con el fin de describir el estado de la atmósfera de modo que puedan obtenerse rápidamente y con exactitud los distintos estados del tiempo, se confeccionan a intervalos regulares, las llamadas "cartas o mapas sinópticos".

En los mismos se vuelcan las informaciones obtenidas por intermedio de las observaciones de las distintas estaciones meteorológicas a determinadas horas y transmitidas por radio, teletipo, o telégrafo, al lugar en que se confeccionan las mencionadas cartas.

Las observaciones pueden dividirse en dos clases:

a) de superficies, y

b) observaciones del aire superior.

Algunas de las primeras se hacen ocularmente y otras con la ayuda de instrumentos y pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

a) observaciones visuales; las mismas comprenden:

1. Las nubes (tipo y cantidad);
2. El estado del tiempo; y
3. La visibilidad.

En cuanto a las observaciones con instrumentos, son:

4. De la presión;
5. De la temperatura;
6. De la humedad (punto de rocío);
7. De la dirección del viento;
8. De la velocidad del viento;
9. Del techo; y
10. De la precipitación.

Todos los mencionados, constituyen los llamados "elementos meteorológicos".

Las nubes

Estas constituyen una expresión directa de los procesos físicos que ocurren en la atmósfera. Su conocimiento y descripción exacta, desempeñan un papel importante en el análisis del tiempo y la previsión de los cambios que tienen lugar en él. En su clasificación, adoptada en casi todos los países del mundo, se trató de facilitar la comparación de las observaciones de ellas, realizadas en diferentes lugares.

Si el piloto puede interpretar debidamente el significado de las nubes, estará capacitado para evitar aquellas que constituyen un peligro para el avión durante el vuelo.

Tipos de nubes

Las nubes se dividen en cuatro familias, a saber:

A. **Nubes altas**: (Nivel medio inferior: 6.000 metros).
   1. **Cirrus** (Ci), delgadas en forma de penachos o plumones.
   2. Cirrucúmulos (Cc), delgadas con aspecto de copos de algodón.
   3. Cirru-estratus (Cs), capa alta de nubes muy delgadas.

B. **Nubes medias**: (Nivel medio superior: 6.000 metros, nivel medio inferior: 2.000 metros).
   4. Altocúmulos (Ac), nubes con aspecto parecido al lomo de un carnero.
   5. Alto-estratus (As), es una capa uniforme de altura media.

C. Nubes bajas: (Nivel medio superior: 2.000 metros, nivel medio inferior: cerca de la superficie).
   6. **Estratocúmulos** (Sc), nubes en masas globulares o rollos.
   7. **Estratus** (St), capa baja y uniforme de nubes.
   8. Nimbo-estratus (Ns), capa baja de nubes amorfas y lluviosas.

D. **Nubes con desarrollo vertical**: (Nivel medio superior: el de los cirrus, nivel medio inferior: 500 metros).
   9. Cúmulos (Cu), nubes densas, abultadas y con cúpulas.
   10. Cúmulonimbus (Cb), nubes descollantes en forma de coliflor con velos cirrosos en la cima.

Estado del tiempo

El elemento llamado "tiempo" consta de los fenómenos que tienen lugar en conexión con la precipitación activa o inminente, o los disturbios meteorológicos de extensión más o menos localizados. La lluvia, la nieve, el granizo y las tempestades eléctricas son los elementos que comúnmente se dan a conocer con el nombre de "tiempo".

Visibilidad

Es obvio que para el piloto es de suma importancia saber hasta dónde es capaz de ver en el momento de su partida, durante el vuelo y al aterrizar en el aeródromo terminal, puesto que de ello depende su habilidad para determinar los puntos terrestres que quedan por delante o por debajo, ver los obstáculos a tiempo y evitarlos, etc. Por tal razón esta información acerca del elemento conocido como "visibilidad", se incluye en el informe del tiempo de las rutas aéreas. Su definición es la siguiente:

" distancia determinada por las condiciones atmosféricas y expre-
" sada en unidades de longitud, a que pueden verse e identificarse

" durante el día objetos prominentes no iluminados y durante la noche " objetos prominentes iluminados."

Presión

Uno de los descubrimientos más importantes en el campo de la meteorología fue realizado por TORRICELLI en el año 1643, al encontrar que podía pesar la atmósfera, equilibrando el peso de una columna de mercurio en un tubo de cristal desprovisto de aire, con aquél de la atmósfera sobre un plato de mercurio, dentro del cual colocó el extremo abierto del tubo.

Actualmente para medir la presión, además del barómetro de mercurio detallado precedentemente, se utiliza el barómetro aneroide que mide la dilatación y contracción de una cápsula metálica parcialmente vacía.

En cuanto a los valores de este elemento están explicados en la primera parte del presente manual.

Temperatura

El estado térmico del aire está determinado por su temperatura que es medida con diferentes tipos de termómetros, según el uso a que se destine la medición.

Entre los termómetros más comunes se cuentan los de mercurio; de alcohol; de máxima y mínima; onda; etc.

Humedad

Es la cantidad de vapor de agua invisible o gaseoso que existe en la atmósfera.

Experimentos llevados a cabo especialmente han revelado la existencia de un límite máximo, pasado el cual, a una presión y temperatura dados, la atmósfera no puede admitir más vapor de agua.

Dicho límite se denomina "punto de saturación".

La llamada "humedad relativa" es una escala de 0 a 100 que indica el por ciento de humedad o vapor de agua que puede acomodarse a una determinada temperatura en una cantidad de aire.

Por lo tanto; cuando el aire está saturado por completo, la humedad relativa será igual al 100 % y si en estas condiciones la temperatura desciende, parte del vapor de agua se condensará en forma de nube; rocío o cualquier otra forma de precipitación.

Los instrumentos empleados para la determinación de la humedad, se denominan psicómetros o higrómetros, existiendo diversos tipos de ellos.

Relación entre la temperatura y el punto de rocío

Esta relación tiene una enorme importancia para el piloto ya que cuando ambas se acercan a los mismos valores, es dado esperar la

formación de nubes, niebla o cualquier clase de precipitación, tales como lluvia, nieve o granizo.

La razón de esto es que cuando una determinada masa de aire disminuye de temperatura llegando al valor del punto de rocío, el vapor de agua existente en la misma no puede seguir manteniéndose invisible ya que es forzado a condensarse en la forma que se explica en el párrafo anterior. Por lo tanto, el piloto debe estar alerta en estos casos a fin de prever medidas de precaución tales como la elección de aeródromos de alternativa, cuando el informe meteorológico indique que en el lugar previsto de llegada, existen condiciones como las expresadas, las que son indicio seguro de posibilidad de formación de niebla, etc.

Igualmente estas condiciones favorecen la formación de condensación de la humedad existente en los tanques de combustible parcialmente llenos —si la máquina debe quedar estacionada a la intemperie— tal como se explicó en la parte correspondiente a la contaminación del combustible.

Viento

El viento es aire en movimiento en relación a la superficie de la tierra. Para que el aire pueda moverse deben darse ciertas condiciones tales como: diferencia de presión (el viento soplará siempre de una zona de alta a una de baja presión); la fuerza de gravedad; la de rotación de la tierra; la fricción; la fuerza centrífuga; etc.; tienen efecto sobre el aire y ocasionan su movimiento.

En los informes meteorológicos aeronáuticos, la dirección del viento es aquella de la cual sopla y está dada en grados. Su velocidad se expresa en nudos (aproximadamente 1,8 kilómetros).

Para determinar cada uno de dichos valores se utilizan la veleta y el anemómetro para las mediciones de superficie, y globos sondas seguidos con un teodolito o radiosondas, para las de altura.

Techo

Es la altura a que, sobre la tierra o el agua, se encuentra la base inferior de nubes, por debajo de seis mil metros y que cubre más de la mitad del cielo.

Para determinar exactamente la altura del techo de nubes, se emplean "globos de techo" inflados con hidrógeno o helio, los que les proporcionan una velocidad ascensional conocida, que multiplicada por el tiempo que tardan en desaparecer en la capa de nubes, da la altura de las mismas.

Durante la noche se emplean proyectores eléctricos denominados "reflectores de techo". Con ellos es posible concentrar la luz contra la base de las nubes y por trigonometría, obtener la altura de éstas.

Precipitación

Este término se emplea para identificar toda la humedad que llega a la tierra en forma de lluvia, nieve, granizo, escarcha, rocío, etc.; si bien en la práctica es muy raro el medir los dos últimos.

Toda forma de precipitación es medida en base a la profundidad del agua o nieve después de derretida en una superficie plana, sin derrames ni evaporación, y se expresa en milímetros de agua que se aprecian en el pluviómetro.

Cartas del tiempo

Para seguir los distintos tipos de tiempo que transitan por lo alto de la superficie de la tierra, es preciso recoger datos de un gran número de estaciones y anotarlos en las cartas. Cuando todas las observaciones se llevan a cabo a la misma hora, la carta en la cual se anotan los datos, se llama "carta sinóptica del tiempo".

Para poder anotar los datos en las cartas, por razones de espacio hay que recurrir al uso de claves y símbolos, los que se disponen alrededor de un círculo que designa cada estación.

Líneas usadas en las cartas del tiempo

ISOBARAS: En cada punto de una isobara, la presión reducida al nivel del mar es la misma o, dicho en otros términos, se llaman así las líneas que en una carta de tiempo unen los puntos de igual presión atmosférica.

ISALOBARAS: Estas líneas impresas en las cartas de tiempo, indican los puntos de igual tendencia en la presión. Ordinariamente las isalobaras se trazan como curvas cortas interrumpidas a intervalos de un milibar por cada tres horas y se usan en la previsión del tiempo.

ISOTERMAS: Las isotermas son líneas de igual temperatura y se trazan en color azul a intervalos de diez grados, pero muy levemente para que no sean confundidas con los frentes fríos.

FRENTES: Son representados en las cartas del tiempo con líneas trazadas entre las masas de aire de diferente densidad o temperatura. Se denominan "frentes cálidos", cuando el aire caliente reemplaza al frío en el suelo, y "frentes fríos" cuando el aire frío desaloja el cálido en el suelo.

Los frentes en la superficie se representan de la siguiente manera: las líneas sólidas azules denotan los frentes fríos; las rojas indican los cálidos; las moradas demuestran los frentes ocluidos, y las interrumpidas en esos colores señalan los frentes en la atmósfera superior. Los estacionarios se indican con líneas sencillas continuas con segmentos alternados de color rojo y azul.

Areas de precipitación

Cuando existe un área bien definida de precipitación y está indicada en la carta, en la misma se distribuyen los símbolos correspondientes a las distintas clases de este elemento. En las cartas que sirven de guía debe emplearse el color verde.

Un área de precipitación continua se denota con una sombra continua, mientras que una de precipitación intermitente se indica con una sombra de líneas paralelas y oblicuas.

Efectos de la variación de la temperatura

Al aplicarse calor a una substancia, el efecto puede observarse de dos modos:

a) Por el alza de la temperatura de la misma; y

b) Por el cambio de estado que tiene lugar en ella, tal como el derretimiento del hielo o la evaporación del agua.

Cuando se aplica calor al agua líquida, su temperatura sube y, al alcanzar el punto de ebullición, se transforma en vapor. Durante el cambio de una fase (sólida, líquida o gaseosa) a otro, es posible que la temperatura de la mezcla de hielo y agua, o de agua y vapor, se mantenga constante y que todo el calor se consuma durante el proceso de transformación.

Al calor requerido para transformar el hielo en agua —80 calorías por gramo— se lo denomina "calor latente de fusión".

Al requerido para transformar el agua en vapor se lo llama "calor latente de vaporización".

Cuando ocurre lo contrario, o sea que el vapor se condensa en agua, el calor desprendido es llamado "calor latente de condensación".

A temperaturas menores de 0° C., el vapor de agua puede convertirse directamente en hielo y el calor desprendido en virtud de este proceso se designa como "calor latente de sublimación".

Humedad y condensación

La condensación del vapor de agua producida por el enfriamiento de una masa de aire húmedo produce nubes y otras formas de sólidos o agua líquida que se desploman a través del aire.

Para que se formen gotitas de agua en las nubes es preciso que en el aire existan partículas microscópicas llamadas "núcleos de condensación", compuestos de partículas absorbentes tales como los provenientes de la combustión o de la sal que dimana de la evaporación del agua de mar pulverizada.

En la atmósfera hay siempre suficientes núcleos de condensación como para que se formen las gotitas de agua cuando la temperatura baja a menos del punto de rocío original en un nivel dado.

Cambios adiabáticos

En la atmósfera la mayor parte de los procesos tienen lugar dentro de un tiempo corto, por lo que es dable suponer que una masa de aire no recibe calor de una fuente externa ni lo transmite a ella.

"Un proceso adiabático es aquel en que la masa de aire no recibe ni pierde calor en virtud del intercambio con el medio envolvente durante el proceso".

La temperatura de una cantidad determinada de aire sube cuando éste es comprimido adiabáticamente, ya que el trabajo de la compresión se transforma en calor. Por otra parte, su temperatura baja cuando el aire se dilata adiabáticamente a causa de su presión externa,

debido a que parte de la energía del calor del aire se emplea para echar sus límites hacia atrás.

El calentamiento del aire durante la compresión, hace que la bomba empleada para inflar un neumático, se caliente durante esa operación.

Inversamente, el enfriamiento del aire por expansión, tiene lugar al dejar que el mismo escape del neumático.

Masas de aire

Una masa de aire se define como "un cuerpo extenso de aire que se aproxima a la homogeneidad horizontal". Es decir que, de nivel a nivel, sus propiedades permanecen constantemente en un área extensa.

Estas masas de aire asimilan la temperatura y humedad características de las regiones en las cuales se originan —el frío de las regiones polares, el calor de los trópicos, la humedad de los océanos, la sequedad de los continentes, etc.

A medida que se van alejando de sus regiones originales y pasan a través de la tierra o el agua, son constantemente modificadas por el calentamiento o enfriamiento de éstas, siendo levantadas o descendiendo, absorbiendo o cediendo humedad.

Sin embargo, generalmente retienen algunas de sus características primarias y pueden ser reconocidas por éstas.

Clasificación de las masas de aire

Teniendo en cuenta sus fuentes de formación, las masas de aire se clasifican en:

A — Artica m — marítima (formada sobre océanos)

P — Polar c — continental (formada sobre la tierra)

T — Tropical

Dos clasificaciones adicionales (k — fría) (w — cálida), se basan en la temperatura.

No obstante, la temperatura actual de una masa de aire es menos importante que su temperatura con relación a la superficie de tierra o agua sobre la cual está pasando.

Por lo tanto, la clasificación por temperatura es obtenida considerando esa relación.

Por ejemplo: una masa de aire moviéndose desde las regiones polares, será usualmente más fría que las superficies de tierra o agua sobre las que pasa y por lo mismo será clasificada fría (k); en cambio una masa de aire formada en los trópicos, durante el invierno será más cálida que el territorio sobre el que pasa, y por ello será clasificada cálida (w).

A medida que se mueve desde una superficie hacia otra, la clasificación de su temperatura podrá ser cambiada para indicar si es más cálida o más fría que la existente debajo de ella y reclasificada en forma diferente.

Si el aire es más frío que la superficie, será calentado desde abajo y se producirán corrientes convectivas que originarán turbulencia.

El polvo, humo, y la contaminación atmosférica cercanos a la superficie, serán "levantados" a niveles superiores aumentando la visibilidad en los más bajos. Esta clase de aire es llamada "inestable".

Inversamente, si el aire es más cálido en la superficie, no habrá tendencia a la formación de corrientes convectivas y será calmo. El humo, polvo, etc., se concentrarán en los niveles inferiores reduciendo la visibilidad. Este tipo de aire es denominado "estable".

De la combinación de la fuente de origen y la relación descripta precedentemente, se puede obtener —con un grado apreciable de seguridad—, las condiciones de vuelo a encontrar en una masa de aire dada.

Las principales características de una masa de aire frío son las siguientes:

Tipo de nubes: cúmulos y cúmulonimbos.
Techo: generalmente ilimitados (excepto durante la precipitación).
Visibilidad: excelente (excepto durante la precipitación).
Aire: inestable, pronunciada turbulencia en los niveles más bajos a causa de las corrientes convectivas.
Tipos de precipitación: ocasionales tormentas eléctricas con chaparrones, granizo, lluvia helada, nieve, etc.

En cuanto a las de una masa de aire cálido son:

Tipo de nubes: stratus y stratus-cúmulos (niebla o bruma).
Techo: generalmente bajo.
Visibilidad: pobre (humo y polvo en los niveles inferiores).
Aire: estable, vuelo calmo con poca o ninguna turbulencia.
Tipo de precipitación: llovizna.

Frentes

Las superficies de discontinuidad atmosférica forman los límites de las masas de aire y cuando una de ellas empieza a moverse, su parte delantera está limitada por un "frente" que lleva el nombre de la masa de aire. El límite frontal de una masa de aire helado en movimiento se denomina "frente frío" y el de una masa de aire caliente, "frente cálido". Por lo tanto, el frente cálido ocurre donde el aire caliente desaloja al frío, y el frente frío tiene lugar en situación inversa, siempre que las dos masas de aire envueltas en el proceso estén separadas por superficies de discontinuidad substanciales.

Características de un frente caliente

Cuando un frente de este tipo se mueve hacia adelante, el aire cálido "resbala" hacia arriba sobre el aire frío que queda abajo y adelante de él.

El aire cálido es usualmente de una elevada humedad. A medida

que es "levantado" por el aire frío, su temperatura desciende. Este proceso continúa hasta llegar a la condensación y se forman nubes del tipo nimbo-stratus y stratus produciéndose lloviznas o lluvias.

La lluvia, al caer a través del aire frío que está debajo, aumenta su contenido de humedad de modo que éste se satura. Cualquier reducción de la temperatura en este aire frío causada por el movimiento hacia arriba a consecuencia del mayor enfriamiento de la tierra después de la puesta del sol, resultará en formación de niebla.

A medida que el aire progresa en su movimiento hacia arriba con un descenso constante en la temperatura, aparecerán nubes alto-stratus y cirro-stratus (si el aire cálido es estable).

Si no es estable el aire en los niveles superiores, las nubes que se formarán serán cúmulonimbos y alto cúmulos con tormentas eléctricas en muchas ocasiones.

Finalmente, cuando el aire es forzado hasta alcanzar la estratosfera, en las temperaturas extremadamente bajas de ésta, el mismo se condensará apareciendo en forma de finos "látigos" de nubes cirrus.

En estos frentes el movimiento hacia arriba del aire es sumamente gradual, aumentando alrededor de 300 metros (1.000 pies) cada 30 ó 35 kilómetros (20 millas). Por tal motivo, los cirrus que se forman a los 8.200 metros (25.000 pies) pueden aparecer a una distancia de 800 kilómetros (aproximadamente 500 millas) adelante del punto sobre el terreno en que se encuentra el frente.

El vuelo en dirección a un frente caliente

Aun cuando no existen dos frentes iguales, se puede tener una idea general de las condiciones que se encontrarán en los mismos en su movimiento a partir del lugar en que están localizados.

En este sitio el tiempo será desapacible, con lloviznas y probable niebla.

A los 300 kilómetros en la dirección que se mueve el frente, el cielo estará cubierto y habrá precipitación (lluvia). A los 600 kilómetros adelante del frente el cielo mostrará señal de comienzo de lluvia continua. A los 900 kilómetros adelante del frente habrá, probablemente, nubes altas (cirrus y cirro-stratus).

Resumiendo: comenzando el vuelo en dirección contraria al frente con cielo despejado, visibilidad y techo ilimitados, notaremos una constante disminución de éstos y un aumento de la nubosidad con visibilidad cero en las zonas de precipitación y techos tan bajos que imposibilitan el vuelo.

Igualmente, al iniciar el vuelo en dirección al frente se notará un aumento gradual en la temperatura, acompañado con un rápido incremento del punto de rocío hasta que los dos coincidan. La presión atmosférica descenderá gradualmente debido a que el aire cálido que se acerca pesa menos que el frío que está reemplazando. Esta condición ilustra el principio general que asocia una baja presión atmos-

férica con la proximidad de mal tiempo.

Los frentes calientes se mueven generalmente a una velocidad de 16 a 40 kilómetros por hora (10 a 25 millas por hora), y abarcan un área extensa lo que hace que para obtener un mejoramiento efectivo en el tiempo después de su paso, algunas veces haya que esperar de 2 a 4 días en algunos lugares.

Características de un frente frío

Un frente a lo largo del cual el aire frío desaloja al cálido, recibe el nombre de "frente frío". Los cambios más marcados en el tiempo tienen lugar a lo largo de ellos, por esta razón el tiempo más peligroso para la aviación se encuentra en las zonas donde ocurren los mismos. Lo que hoy se conoce como un frente frío activo, se conocía anteriormente con el nombre de "línea de turbonada". Este término está todavía en uso pero su significado corriente denota una zona a lo largo de la cual hay lluvia fuerte o nieve, techos bajos, mala visibilidad, turbulencia fuerte, frecuente formación de hielo y, a menudo, tempestades eléctricas. Siempre van seguidos de tiempo frío y más seco, y a menudo se adelantan a los períodos de frío fuerte y algunas veces a las tempestades de polvo. Detrás de uno de ellos que se mueva rápidamente, aclarará pronto, con ráfagas y turbulencia en los vientos de superficie y temperaturas más frías que lo normal.

Estos frentes se mueven generalmente a una velocidad entre 40 y 60 kilómetros por hora (25 a 35 millas); aun cuando se dan casos que lo hagan con una velocidad de hasta 95 a 100 kilómetros (60 millas) por hora.

El cambio del tiempo en ellos es más violento y comúnmente tiene lugar en su línea frontal que es muy empinada. Aun cuando raramente son muy anchos (generalmente de 80 a 150 kilómetros), pueden extenderse en cientos de kilómetros a lo largo de una línea que en nuestro país corre de noroeste a sudeste. Las nubes alto-stratus se forman algunas veces un poco adelante de estos frentes, pero raramente exceden una distancia de 150 kilómetros de ellos. Después que pasaron totalmente, el aire frío y seco que va detrás proporciona techos y visibilidad ilimitada, condiciones casi perfectas para el vuelo.

El vuelo en dirección a un frente frío

Si se inicia un vuelo en dirección a un frente frío que avanza, las condiciones que se encontrarán serán muy diferentes a las enunciadas respecto a uno caliente.

A unos 800 kilómetros del punto en que está localizado, el cielo estará algo cubierto, con nubes strato-cúmulos típicos de una masa de aire cálido. Esas condiciones prevalecerán hasta llegar a unos 400 ó 500 kilómetros, con aire calmo, visibilidad y techo relativamente bajos, pero aún aptos para el vuelo de contacto (VFR). Si en este momento existe la posibilidad de obtener un informe meteoro-

lógico respecto al frente, lo más aconsejable es permanecer en tierra y esperar el paso del mismo aun cuando aparentemente parezca que "todavía está lejos". ¡NO OLVIDAR QUE ESTOS FRENTES SE DESPLAZAN RAPIDAMENTE!

Si en lugar de adoptar este temperamento se comete la imprudencia de continuar el vuelo en dirección al frente que se aproxima, muy pronto se tropezará con nubes alto-stratus y una oscura capa de mimbo-stratus muy bajos en el horizonte con posibles cúmulo-nimbos atrás de ellos.

Al llegar a este punto sólo quedan dos alternativas, o bien regresar al lugar de partida o aterrizar de inmediato. En el último caso debe prestarse especial atención a los súbitos cambios de viento y a las ráfagas que acompañan a estos frentes. De no seguir este temperamento se corre el gravísimo riesgo de ser "atrapado" por éste, cuyos cúmulo-nimbos han destrozado más de un avión de transporte, lo que nos obliga a meditar acerca de las desastrosas consecuencias que tendrá para un avión liviano el pretender volar —no digamos dentro de ellos—, sino tan sólo por debajo, cosa imposible para una máquina de este tipo. ¡A BAJA ALTURA NO HAY LUGAR SEGURO PARA CRUZARLO!

El intentar hacerlo por arriba no resultará posible debido al elevado desarrollo vertical, que obligaría a alcanzar una altura no factible de obtener con una máquina de baja potencia.

En cuanto a rodearlo, tampoco será conveniente, en razón de su gran extensión (de 400 a 900 kilómetros) que hace que exista la posibilidad de ser alcanzado por sus "bordes" mientras se intenta hacerlo.

Resumiendo: la forma más segura de afrontar un frente frío con un avión liviano es en tierra dentro un hangar. ¡RECORDAR SIEMPRE QUE CADA CUMULO-NIMBO ES UNA VERDADERA TORMENTA Y QUE ELLOS ACOMPAÑAN EN CASI TODOS LOS CASOS A LOS FRENTES FRIOS!

El por qué del estudio de la meteorología

No se pretende que un piloto privado sea un experto en la predicción del tiempo, sino tan sólo que tenga una idea básica de los principios que se emplean a tales efectos en meteorología.

Que conozca y tenga en cuenta varios factores que le ayudarán a que haga más eficiente y seguros sus vuelos y a evitar los peligros que en algunos casos confrontará su avión para volar de un lado a otro.

De esos factores, los más importantes son:

1. Los vientos en altura capaces de afectar la navegación del avión.
2. Los vientos en la superficie, capaces de afectar la partida o el aterrizaje de su aeronave o averiarla en tierra;
3. El hielo que puede formarse sobre el avión durante el vuelo,

obligándolo o descender, o impidiéndole el despegue mientras está en tierra;

4. El aire "movido" o turbulencia que puede afectar el manejo del avión e incluso averiarlo durante el vuelo;
5. La niebla que puede formarse durante el vuelo y la mala visibilidad capaz de impedir un aterrizaje seguro; y
6. La presión atmosférica y cambios térmicos debidos al movimiento de diferentes masas de aire, que pueden hacer que el altímetro registre una altura mayor o menor que la real.

En base a lo expresado, el piloto deberá tener muy en cuenta que el estudio de la meteorología lo orientará hacia tres fines principales:

1. Que tal estudio lo prepara para hacer uso eficaz e inteligente de la información que recibe por adelantado para el vuelo y deducir en base a ello, cómo el tiempo puede afectar al avión y si dispone de suficientes conocimientos aeronáuticos para hacer frente a las situaciones que le esperan.
2. Que tal estudio lo faculta para interpretar el tiempo y las nubes en el aire superior y elegir un curso de acción seguro cuando encuentre tiempo peligroso.
3. Que su estudio y buen conocimiento determina la confección de los planes de vuelo en tierra, de los cuales dependen la seguridad y comodidad de los vuelos.

NOCIONES DE NAVEGACION AEREA

La forma de la tierra

En cualquier sistema de navegación que se emplee, es necesario un conocimiento elemental de la tierra, superficie de referencia para resolver los problemas del navegante.

Generalmente se dice que la tierra es esférica, sin embargo, estrictamente hablando afecta la forma de un esferoide ligeramente achatado en sus polos.

Como los problemas de navegación aérea se resuelven con la suficiente aproximación considerando que es en verdad una esfera perfecta, con esa convicción estudiaremos a los mismos.

Eje terrestre

Se denomina así a un eje imaginario alrededor del cual gira la tierra y cuyos puntos extremos llevan los nombres de polos; norte (N), el que está en dicho hemisferio, y sud (S) el del hemisferio contrario.

Círculos máximos. Ecuador y meridianos

El centro de la tierra, perpendicular al eje de ésta, es un círculo máximo que lleva el nombre de "Ecuador". Posee todos sus puntos equidistantes de los polos y la divide en dos hemisferios; norte (N) y sud (S).

Perpendiculares al Ecuador, es decir pasando por los polos, están otros circuitos máximos que se denominan "meridianos".

Círculos menores. Paralelos

Paralelos al Ecuador existe una cantidad de círculos menores que por tal razón adoptan ese nombre: "paralelos".

Coordenadas geográficas. Longitud y latitud

Los meridianos y paralelos dan origen a un sistema de coordenadas, denominadas "coordenadas geográficas", con las cuales es posible fijar la posición de un punto cualquiera conocidas su longitud y latitud.

Se define como "longitud" al arco del Ecuador medido entre el meridiano origen y el meridiano local, en grados, minutos y segundos, de cero (0°) a ciento ochenta (180°) grados. Como "meridiano origen" y con fines de uniformidad fue adoptado en todos los países del mundo el que pasa por GREENWICH, Inglaterra. En cuanto al "meridiano local", lleva esa denominación el que pasa por el lugar en que se encuentra el observador.

La longitud se mide al Este (E) u Oeste (W) del meridiano de Greenwich y su máximo valor alcanza a los ciento ochenta grados.

"Latitud", es el arco de meridiano comprendido entre el Ecuador y los paralelos. También se mide en grados, minutos y segundos, pero tomando como base al Ecuador hacia el norte (N) o sud (S) de éste, y su valor máximo puede ser de noventa grados (90°).

Magnetismo terrestre. Su influencia sobre la brújula magnética

La tierra se comporta como un gran imán y al igual que éste tiene dos polos magnéticos; el polo norte (N) y el polo sud (S).

El efecto del magnetismo terrestre afecta a las brújulas haciendo que las mismas den marcaciones que no coincidan con determinados valores geográficos, es decir que el norte marcado por una brújula, puede diferir en forma notable con el norte verdadero o geográfico. Este efecto varía con los lugares y puede tener el mismo valor en puntos que se encuentran a gran distancia entre sí, y en navegación aérea es designado como "declinación magnética". La declinación puede ser este (E) u oeste (W). En el primer caso la brújula indicará a la derecha del norte (N) geográfico, en el segundo a la izquierda. Su importancia es tal, que en todas las cartas aeronáuticas sus valores vienen señalados por las "líneas isogónicas".

Cartas aeronáuticas. Su empleo

Las cartas aeronáuticas son representaciones gráficas en escala de diferentes lugares de la tierra. Muestran por medio de símbolos sus accidentes planimétricos y altimétricos. Estos símbolos —que figuran al dorso de cada una— indican al piloto en forma directa, todos los accidentes del terreno conjuntamente con toda la información que pueda ser de utilidad para el reconocimiento de la zona.

Por tal motivo, es necesario estudiar a fondo las cartas antes de iniciar cada vuelo. De esta manera será posible interpretar rápida y eficazmente sus indicaciones con respecto a la región sobrevolada durante el mismo.

Es innecesario destacar la importancia del empleo de estas cartas durante cualquier vuelo de navegación; independientemente del método que se aplique, las mismas serán en definitiva las que permitan al piloto situarse en forma segura en cualquier parte de su travesía, reconocer las zonas prohibidas, la ubicación de los aeródromos y su denominación, su altura sobre el nivel del mar, el indicativo de llamada o designación de las diferentes ayudas radioeléc-

tricas y todas las demás "ayudas terrestres" para facilitación de la navegación aérea.

Por los motivos expuestos, su utilización es imprescindible durante los vuelos de navegación.

Escalas

Se llama "escala de una carta", la relación entre una determinada medida de la misma con igual cantidad de terreno. En las cartas aeronáuticas esta relación es igual a 1: 1.000.000 ó sea que para cada centímetro de ellas corresponderán diez (10) kilómetros de terreno.

Para obtener la distancia real entre dos puntos del terreno respecto a lo medido sobre cualquier carta o mapa, deberá multiplicarse dicha medida por su escala.

Representación gráfica. Trazado de los rumbos y medida de las distancias en las cartas aeronáuticas

Para trazar un rumbo sobre una carta aeronáutica simplemente deben unirse con una línea los puntos de partida y llegada. Como éstas se realizan de aeropuertos o aeródromos, primeramente deberán situarse los mismos y a partir de ellos trazar dicha línea.

La razón de esta medida es la de evitar pérdidas de tiempo buscando el lugar de aterrizaje al llegar a destino —situación que puede ser crítica— si la llegada se efectúa cuando se aproxima la noche, la existencia de combustibles es escasa o simplemente cuando la visibilidad está reducida y no se conoce la zona.

Cuando el lugar de llegada no será un aeropuerto o aeródromo importante o dado su reciente habilitación no figura en la carta, deberá situársele previamente por sus coordenadas que siempre figuran en los "NOTAMS POSTALES", editados por la Dirección General de Circulación Aérea y Aeródromos.

Para hacerlo se procederá como se indica seguidamente: entre cada una de las líneas que denotan los paralelos y meridianos, existen sesenta pequeñas marcaciones que señalan otros tantos minutos de longitud y latitud, por lo tanto, conociendo el valor de ambas, bastará buscar el lugar donde se cruzan para situar el lugar deseado. Es conveniente recordar que nunca se deberá contar los grados o minutos hacia el este (E) o norte (N) de la carta, en razón de estar nuestro país al oeste (W) de Greenwich y al sud (S) del Ecuador.

Para la medición de los rumbos se utilizará un transportador haciendo coincidir su centro con el cruce de la línea que los define con un meridiano, con su cero en dirección al norte (N) que siempre será la parte superior de la carta.

En cuanto al valor de la distancia, en este tipo de cartas será siempre igual a la cantidad de centímetros existentes entre los puntos de partida y llegada multiplicados por su escala.

Vuelos de travesía. Condiciones meteorológicas que deben evitarse en los mismos

Se considera vuelo de travesía, aquel que se cumple entre dos puntos distantes por lo menos diez millas náuticas (18 Kms.).

Las condiciones que deben evitarse durante los mismos son las formaciones de niebla, tormentas eléctricas, fuertes precipitaciones y los frentes de cualquier tipo.

Si se tiene en cuenta lo estudiado en la parte correspondiente a meteorología, contando con un informe previo será posible prevenir la formación de niebla y elegir un aeródromo de alternativa al alcance de la autonomía de la máquina ANTES DE INICIAR EL VUELO.

Las precipitaciones fuertes y frentes, son fácilmente identificables en vuelo aun para el piloto novicio, de allí que solamente la falta de prudencia pueda originar problemas. En cuanto a las tormentas eléctricas, son las más difíciles de prever y muchas veces el piloto poco experto puede internarse en ellas sin advertirlo. Sin embargo, conociendo las características de las nubes es posible evitar ese riesgo con sólo prestar atención a las mismas.

Si las nubes son cúmulos chatos no hay por qué preocuparse. Generalmente no están acompañados por corrientes verticales, ofrecen condiciones de vuelo favorables y cuando están dispersas es fácil volar por encima de ellas.

Cuando estas mismas nubes se "apilan" en grandes masas blancas, son un indicio seguro de tormentas eléctricas con las consiguientes y peligrosas corrientes verticales. Estas corrientes tienen en algunos casos fuerza suficiente para destrozar un avión liviano. Su velocidad vertical hace que cualquier máquina de este tipo quede a merced de ellas, con la probabilidad si así ocurre, de sufrir graves averías.

Por lo tanto, cuando en vuelo se descubre una tormenta de esa clase, lo más conveniente es cambiar de inmediato el rumbo y alejarse de ella. No debe intentarse "bordearla" ya que los efectos consignados alcanzan hasta sus extremos, en el frente y los costados, donde puede encontrarse granizo lo mismo que debajo de las capas prominentes de nubes. La presencia de este último, puede preverse por la coloración verdosa de la atmósfera que es distinta del azul oscuro o negro que indica solamente lluvia.

Si en alguna oportunidad, debido a desconocimiento o a una simple falta de apreciación, se es sorprendido en las cercanías de una de estas tormentas, recordar que lo primero que debe hacerse es REDUCIR LA VELOCIDAD DEL AVION TODO LO QUE SEA POSIBLE, a efectos de reducir la influencia de la turbulencia sobre el mismo.

Efecto de la topografía en los vientos

La topografía o conformación del terreno que se sobrevuela, tiene una gran influencia en los vientos, debido a que desvía su curso.

Una corriente de aire interceptada por una cadena de montañas,

árboles o edificios, es elevada o desviada, para luego descender o amoldarse a la forma del terreno.

En términos generales tendremos entonces:

A barlovento (del lado que sopla el viento) de una montaña u obstáculo, tendremos una corriente de aire ascendente.

A sotavento (del lado a resguardo del viento) de una montaña u obstáculo, tendremos corrientes de aire descendentes.

Estos efectos son mayores a mayor velocidad del viento y pueden alcanzar hasta una altura igual al tercio de la elevación total de la montaña u obstáculo. En distancia pueden extenderse hasta muchos kilómetros después de cruzados los mismos.

Los terrenos escarpados producen turbulencias en las corrientes de aire puesto que provocan ondulaciones dentro de su masa.

Las ciudades, fábricas, áreas boscosas, campos arados, ríos, etc., debido al calentamiento irregular entre ellos y las zonas en que se hallan, producen corrientes convectivas (ascendentes durante el día, descendentes durante la noche).

Clases de navegación

Existen cuatro clases de navegación aérea; observada, a la estima, radioeléctrica y astronómica.

Para nuestras necesidades solamente interesan las dos primeras que pasaremos a estudiar seguidamente.

NAVEGACIÓN OBSERVADA: Es el método de conducir un avión de un lugar a otro, tomando como referencia puntos visibles sobre la superficie de la tierra, tales como ciudades, ríos, vías férreas, carreteras, etc.

Con buena visibilidad y en zonas donde existan referencias tales como las mencionadas, bastará marcar sobre la carta la ruta a seguir y una vez en vuelo dirigir la aeronave guiándose por las mismas.

Por supuesto que no siempre el problema se reducirá a términos tan simples, ya que muchas veces la ruta donde existen buenas referencias puede no ser la más segura o no contar con lugares para reabastecimiento dentro de la distancia a que alcanza el radio de acción del avión, etc.

Asimismo, las condiciones meteorológicas pueden ser las requeridas para el vuelo de contacto (VFR), pero dentro de márgenes muy estrechos lo que entonces limitará la realización del mismo a distancias cortas. De allí que nunca deberá confiarse en este método excepto para vuelos cortos o locales. Sin embargo, debe considerárselo fundamental cuando se lo combina con los demás que comúnmente se emplean.

NAVEGACIÓN A LA ESTIMA: Es el método de determinar una posición por medio del cálculo del rumbo, distancia y velocidad mantenidos desde una posición previamente conocida llamada punto de partida.

Por medio de este método un piloto puede volar muy próximo a

los puntos de referencia terrestre, aun cuando su información no sea muy exacta. Debido a que él sabe cuándo y dónde debe buscarlos, le será mucho más fácil ubicarlos cuando otro piloto no los encontraría. Cuando se conoce en forma completa y exacta el rumbo y la velocidad propios, así como el rumbo y la velocidad del viento, se podrá continuar un vuelo con mal tiempo con mayor seguridad que volando con menos experiencia en tiempo despejado. Si se tiene la precaución de ejecutar previo al mismo una serie de cálculos sumamente fáciles, dividiendo la ruta en pequeños segmentos y calculando la hora de llegada a cada uno de ellos, una vez en vuelo con sólo mantener el rumbo y controlar el tiempo estimado, será relativamente sencillo situarlos y transformar una distancia larga en pequeños "saltos" en cada uno de los cuales puede decirse que se termina y reinicia la navegación.

DERIVA. CORRECCIÓN DE RUMBO: Deriva es el ángulo formado por el eje longitudinal del avión con respecto a la ruta que se sobrevuela. Es producida por el viento cuando éste no sigue una dirección coincidente con el eje citado (viento de costado) y su valor puede calcularse conociendo los siguientes factores:

1. Rumbo geográfico.
2. Velocidad propia del avión.
3. Dirección y velocidad del viento.

Con ellos y mediante un computador o efectuando por el método gráfico (figura 44), el llamado triángulo de velocidades, es posible aplicar las correcciones de rumbo para mantener una trayectoria determinada sin que el viento de costado la afecte.

Triángulo de velocidades. Método gráfico

Para su resolución hacen falta, además de los datos expresados precedentemente, los siguinetes elementos:

a) un transportador
b) una regla milimetrada
c) una hoja de papel
d) un lápiz.

Contando con ellos pasemos a resolver el siguiente problema:

1. Rumbo geográfico ..... 306°
2. Velocidad propia ..... 200 Km/h
3. Dirección y velocidad del viento 070°/20 Nudos (37 Kms)
4. Escala del dibujo (1) ..... 1 cm = 10 Km

Sobre un par de líneas perpendiculares tracemos un ángulo de 306° medidos con el transportador a partir del punto 0, —la recta OD que representa el rumbo geográfico— (Rg);

Siempre a partir de 0, con un ángulo de 070° tracemos una línea de 3,7 cm (OV) que representa una hora de velocidad de viento en esa dirección; con centro en V y un radio igual a 20 cm (velocidad propia del avión), cortemos la recta OD obteniendo el punto P;

(1) El dibujo de la figura no está en la escala indicada por razones de espacio.

Unamos V con P y paralela a ella, tracemos la línea punteada OR; Con el transportador midamos el ángulo entre el Ng. y la línea OR, su valor (315°) será el rumbo de navegación (Rn.). Con la regla y en la misma escala midamos el segmento OP, será la velocidad resultante, en este caso 216 Km/h.

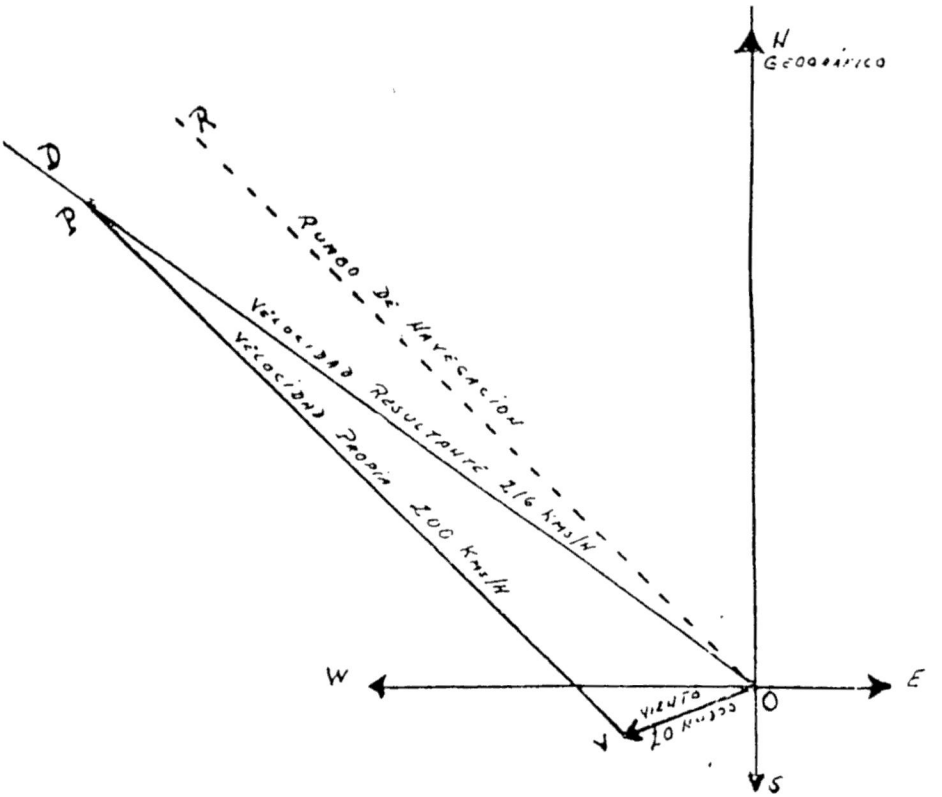


Fig. 44

Declinación magnética. Cómo corregirla

Resuelto el triángulo de velocidad, para realizar una navegación a la estima, al Rumbo de navegación (Rn) habrá que aplicarle aún dos correcciones; una por efecto de la declinación magnética que pasamos a detallar y otra por el desvío del compás que estudiaremos más adelante.

Supongamos que para nuestro caso buscamos en la carta la línea isogónica más cercana al punto de partida que resulta ser 3°E. Esto significa que la diferencia entre el meridiano geográfico y el magnético tiene esa magnitud en forma positiva, dado que el último está a la derecha del primero. Aplicando la regla algebraica de restar los positivos y sumar los negativos, al rumbo de navegación (Rn) 315°

le restamos la declinación 3°E, obteniendo así el rumbo magnético (Rm) de 312°.

NOTA: Para obtener el rumbo magnético: cuando la declinación sea E o positiva, restar su valor al rumbo de navegación (Rn). Cuando sea Oeste (W) o negativa, sumarla al rumbo de navegación (Rn).

Desvío del compás. Cómo corregirlo

Buscar en la tabla de desvíos el rumbo corregido más cercano al rumbo magnético. En nuestro caso y suponiendo que la tabla sea la que figura en el capítulo correspondiente a Nociones de instrumentos de vuelo (brújula o compás magnético), los correspondientes a nuestro problema serían 300° — 330°. Para el primero no existe error, pero sí lo hay para el segundo. Como necesitamos navegar con un rumbo magnético de 312° que está aproximadamente entre los dos rumbos citados, debemos promediar el valor del error del último o sea — 2°. Aplicando nuevamente la regla algebraica y considerando que el error es negativo (— 2°), lo sumamos al rumbo magnético (Rm) 312°, obteniendo así el rumbo compás (Rc) 314° que tendremos que mantener para realizar nuestra imaginaria navegación.

Volviendo a la navegación observada; las correcciones de rumbo debidas al viento de costado se ejecutan dirigiendo hacia éste la proa del avión en la medida de lo necesario, hasta conseguir mantener la trayectoria correspondiente en base a observaciones de referencia alineadas con la ruta a seguir.

Computadores aeronáuticos. Su uso

Si bien no es posible explicar en detalle las características de los diferentes computadores aeronáuticos utilizados en la resolución de los problemas de navegación, trataremos en forma general sus principales aplicaciones.

Comúnmente son del tipo circular con dos escalas, una móvil y otra fija con los mismos valores impresos en ambas. La escala interior móvil tiene en la parte correspondiente a 60 minutos (1 hora), una flecha índice. Se utiliza para definir tiempos en horas y minutos, mientras que la externa fija puede ser utilizada para valores correspondientes a distancias o cantidades de litros en los problemas de autonomía y consumos.

Algunos cuentan con una regleta o plancha deslizable de plástico que se emplea para resolver triángulos de velocidades, mientras que otros carecen de ella. Los hay con marcaciones para reducir millas o nudos a kilómetros; metros a pies; libras a kilos; etc.

Cada uno viene provisto de un manual de instrucciones ilustrado en el que figuran ejemplos de diferentes problemas y los pasos a seguir para su solución. Con el mismo deben aprenderse —en particular— los "secretos" para su empleo.

Sin embargo, conociendo la forma de leer sus escalas —cosa sumamente simple— es posible resolver rápida y eficazmente los problemas comunes a los vuelos que normalmente realizan los alumnos y pilotos.

Generalmente los mismos comprenden:

a) Cálculos de tiempo a emplear, conociendo la velocidad propia y la distancia a recorrer.
b) Cálculos de velocidad real, conocidos distancia y tiempo empleados.
c) Cantidad de combustible a consumir en base a. tiempo a emplear multiplicando por consumo horario.
d) Consumo horario, en base a combustible cargado, dividido por el tiempo volado.
e) Autonomía, en base al combustible disponible, dividido por el consumo horario, etc.

Todos los casos enunciados pueden ser resueltos con cualquier computador común según los ejemplos que se detallan seguidamente:

Problema 1: Un avión tiene una velocidad de crucero de 200 kilómetros por hora, ¿cuánto tardará para hacer 150 kilómetros?

Solución: Haga coincidir la flecha índice de 1 hora (60 min.) del círculo móvil interno con el número 20 (200) del círculo exterior. Lea en el círculo interno, debajo del número 15 (150) el tiempo; 0:45 minutos.

Problema 2: Un avión recorrió 160 kilómetros en 20 minutos, ¿cuál fue su velocidad real?

Solución: Haga coincidir 20 minutos (escala móvil interna) con 16 (160) de la escala exterior. Lea arriba de la flecha índice de 1 hora (60 min.) la velocidad; 480 kilómetros por hora.

Problema 3: Un avión consume 18 litros de combustible por hora, ¿cuánto consumirá en 02:30 horas?

Solución: Haga coincidir la flecha índice de 1 hora (60 min.) con 18 de la escala exterior. Lea en la misma escala, arriba de 02:30 (150 minutos) de la escala interior, la cantidad; 45 litros.

Problema 4: Un avión consumió en 02:15 horas, 60 litros de nafta, ¿cuál fue su consumo horario?

Solución: Haga coincidir 2:15 horas (135 minutos) de la escala interna móvil con 60 de escala exterior. Lea arriba de la flecha de 1 hora (60 min.) el consumo horario; 26,600 litros por hora.

Problema 5: Un avión tiene una capacidad de 124 litros en sus tanques; si consume 21 litros por hora, ¿cuál será su autonomía?

Solución: Haga coincidir la flecha de 1 hora (60 min.) con 21 de la escala exterior. Lea debajo de 124 de la misma escala, el tiempo; 05:55 horas.

Planilla de verificación de navegación visual

Habíamos visto en la parte correspondiente a Navegación a la estima, que este tipo de navegación es en realidad una cantidad de "saltos", en cada uno de los cuales se termina y empieza una "etapa". Como sería imposible mantener en la memoria las distancias, horas

de paso, etc., en un viaje relativamente largo, es necesario llevar un registro o verificación escrito. La planilla modelo que sigue llena los requisitos mínimos para navegar con seguridad y sin inconvenientes.

Con ella, una carta de la zona a sobrevolar, un transportador, un computador, una regla milimetrada, un lápiz, un reloj y contando con una máquina que posea su brújula bien compensada, es posible para cualquier piloto normal realizar vuelos de travesía con un amplio margen de seguridad y sin mayores riesgos de extraviarse, siempre y cuando dedique una buena cantidad de tiempo previo al vuelo en prepararlo teóricamente y una vez en ejecución confíe en su brújula, verifique y corrija sus cálculos y no deje de asentar cada uno de los pasos que seleccionó con anterioridad.

A fin de familiarizarnos con el uso de ella, procederemos a su llenado como lo haríamos en un vuelo de navegación real entre los aeródromos de SAN JUSTO - SAN PEDRO - MERCEDES - SAN JUSTO.

El avión a emplear será un Piper PA-11, con una velocidad de crucero de 120 kilómetros por hora.

Su autonomía es de 04:00 horas. Previendo que debemos conservar una reserva de 00:45 horas, debemos calcular que el tiempo máximo a volar sin reabastecernos será de 03:15 horas.

La carta a emplear será la hoja Nº 3434 (Buenos Aires) escala 1:1.000.000.

La dirección y velocidad del viento será: SAN JUSTO - SAN PEDRO 180°/20 nudos, SAN PEDRO - MERCEDES 90°/15 nudos, y MERCEDES - SAN JUSTO 90°/20 nudos.

La tabla de desvíos será la que figura en la parte "Nociones de Instrumentos de Vuelo" (Brújula o compás magnético).

Por existir restricciones en la zona de control BAIRES, no será posible realizar la primera etapa directamente entre los lugares indicados, sino que deberá seguirse un corredor entre SAN JUSTO - DON TORCUATO con una altura máxima de 300 metros en toda la etapa. A fin de no incurrir en violaciones a la reglamentación, el vuelo SAN JUSTO - DON TORCUATO deberá hacerse cuidando de no sobrevolar la Base Aérea Militar "EL PALOMAR" ni la zona prohibida P-01. Para ello esta parte la haremos directamente en forma observada, empezando nuestra navegación a la estima desde la vertical del aeródromo DON TORCUATO.

Teniendo en cuenta lo expresado, en primer lugar marcamos la ruta en la carta.

A continuación medimos los rumbos. Con ellos y los datos del viento resolvemos los tres triángulos de velocidades.

A los rumbos de navegación resultantes les aplicamos las correcciones por declinación y desvíos y los anotamos en los casilleros correspondientes.

Seguidamente seleccionamos los puntos de referencia para cada una de las tres etapas y anotamos sus nombres en la planilla.

PLANILLA DE VERIFICACION DE NAVEGACION VISUAL

AVION MARCA ..... MATRICULA ..... FECHA .....

PILOTO o ALUMNO .....

Lugar y hora de salida ..... Lugar y hora de llegada .....

PUNTOS DE REFERENCIA	DISTANCIA		TIEMPO		HORA DE PASO		VELOCIDADES		RUMBO COMPAS		OBSERVACIONES
	Parcial	Total	Estimado	Real	Estimado	Real	Estimada	Real	Estimado	Real	
Lateral Base Aérea "El Palomar"	15	15	00:06'		12:06		156 Km/h		020°		
Don Torcuato (Aeródromo)	14	29	00:05'		12:11		156 Km/h		341°		
Lateral Estación Río Luján	34	63	00:15'		12:26		140 Km/h		296°		
Cruce vía Escalada-Zárate	24	87	00:10'		12:36		140 Km/h		296°		
Lateral Estación Atucha	40	127	00:17'		12:53		140 Km/h		296°		
Lateral Baradero	14	141	00:06'		12:59		140 Km/h		296°		
San Pedro	23	164	00:10'		12:59		140 Km/h		296°		
San Pedro-Mercedes - Hora de salida 13:10											
Cruce Vía I. Portela-Sta. Coloma	32	32	00:17'		13:27		110 Km/h		154°		
Cruce Vía Duggan-S. A. de Areco	28	60	00:15'		13:42		110 Km/h		154°		
Cruce Vía Heavy-S. A. de Giles	23	83	00:13'		13:55		110 Km/h		154°		
Mercedes	23	106	00:13'		14:08		110 Km/h		154°		
Mercedes-San Justo - Hora de salida 14:10											
Cruce Vía Gowland-Olivera	13	13	00:09'		14:19		83 Km/h		95°		
Cruce Ruta Nº 191	31	44	00:22'		14:41		83 Km/h		95°		
M. Acosta	18	62	00:13'		14:54		83 Km/h		95°		
San Justo	17	79	00:12'		15:06		83 Km/h		95°		

—

18 DATOS ADICIONALES
Other information

—

EN LOS MENSAJES FPL NO HAY QUE TRANSMITIR ESTOS DATOS
Not to be transmited en FPL messages

19 INFORMACION COMPLEMENTARIA
Autonomía
Endurance
Personas a Bordo
Persons on board

SUPLEMENTARY INFORMATION
Equipo de emergencia y supervivencia
Emergency & survival equipment

— COMBUSTIBLE/ → POB/ → RDO/121,5 → 243

EQUIPO
Equipment

CHALECOS SALVAVIDAS
Life jackets

FRECUENCIA
Frequency

POLAR → DESERTICO → MARITIMO → SELVA → CHALECOS → LUZ → FLUORESCENTE

BOTES NEUMATICOS
Dinghies

COLOR
Colour

NUMERO
Number

CAPACIDAD TOTAL
Total capacity

EQUIPO ADICIONAL
Other equipment

BOTES → CUBIERTA → RMK/

	Nombre del comandante Name of pilot in command	Firma del comandante o del representante designado Signature of pilot in command or designated representative

ANOTACIONES COM

DIRECCION DE TRANSITO AEREO

FUERZA AEREA ARGENTINA
COMANDO DE REGIONES AEREAS

PLAN DE VUELO
Flight plan

INDICADOR DE PRIORIDAD Priority indicador	INDICADOR(ES) DE DESTINATARIO(S) Addressee(s) indicator(s)
HORA DE DEPOSITO Filing time	INDICADOR DEL REMITENTE Originator indicatorm

IDENTIFICACION EXACTA DEL DESTINATARIO(S) Y/O DEL REMITENTE
Specific identification of addressee(s) and/or originator

3 DESCRIPCION Description	7 IDENTIFICACION DE LA AERONAVE Y DATOS SSR Aircraft identification and SSR data	8 REGLAS DE VUELO Y TIPO DE VUELO Flight rules and type of flight
(FPL	—	—

9 NUMERO Y TIPO DE AERONAVE Y CATEGORIA DE ESTELA TURBULENTA Number and type of aircraft and wake turbulence category	10 EQUIPO / Equipment COM/NAV/APP..... SSR.....
—	— /

13 AERODROMO DE SALIDA Y HORA Aerodrome of departure and time	LIMITES FIR Y HORAS PREVISTAS FIR boundaries & estimated time
—	→

15 RUTA

VELOCIDAD DE CRUCERO
Cruising speed

NIVEL
Level

—

Medimos las distancias parciales y totales entre cada uno de los puntos de referencia de las etapas y las volcamos en los casilleros correspondientes.

Con el resultado obtenido en velocidad para cada etapa —que colocaremos en el quinto casillero, subdivisión "estimada"— calculamos los tiempos y las horas de paso, previendo la iniciación del viaje las 12:00 hora local.

En el casillero "Observaciones",, anotamos las que hubiere lugar (ej. aeródromos de alternativa, etc.) y con ello estaremos en condiciones de iniciar nuestro vuelo.

Durante el mismo, sólo nos restará anotar las horas reales de paso y compararlas con nuestros cálculos previos, realizando si es necesario las correspondientes correcciones.

Teniendo en cuenta que problemas de este tipo serán los que deberán resolver en oportunidad de realizar vuelos de navegación y al rendir los exámenes de piloto privado, a continuación se enuncian con fines de práctica, varios ejemplos más.

Después de resueltos, cada alumno o piloto puede comparar sus resultados con los que figuran al final de este manual.

Asimismo y como elemento de consulta, seguido a la Planilla de Verificación de Vuelo Visual llenada con los datos correspondientes al vuelo descripto, se adjunta un formulario Plan de Vuelo igual al que debe ser cumplimentado antes de cada salida en la Jefatura del aeródromo donde se efectúa la misma.

Problemas a resolver con fines de práctica

1. Suponiendo que la máquina empleada en efectuar el vuelo que figura en la planilla de verificación de vuelo visual (Piper PA-11) tiene un consumo horario de nafta de 16 litros por hora, ¿cuánto combustible insumió el vuelo del ejemplo?
2. ¿Qué desvío compás corresponde al primer rumbo del ejemplo, si la tabla de desvíos es la que corresponde al capítulo "Nociones de Instrumentos de Vuelo" (Brújula o compás magnético)?
3. ¿Y al segundo?
4. ¿A qué distancia queda la estación ATUCHA de la ruta marcada en la carta entre DON TORCUATO - SAN PEDRO?
5. ¿Cuáles son las coordenadas geográficas del aeródromo SAN PEDRO?
6. ¿Qué lugar se encuentra a 75 kilómetros con rumbo geográfico 027° de SAN PEDRO?
7. ¿Cuánto tiempo se tardaría para cubrir esa distancia a la velocidad empleada para el vuelo entre SAN JUSTO - PALOMAR del ejemplo?
8. ¿Qué declinación magnética corresponde a SAN JUSTO?
9. ¿Cómo se denomina el lugar situado en las siguientes coordenadas geográficas?:

34° 40' Sud, 61° 01' Oeste

10. ¿Qué declinación corresponde al mismo?
11. ¿Cuál es el rumbo compás de este lugar a VENADO TUERTO si el desvío es — 2°, la declinación la que figura en la carta, el viento sopla de los 045° con 15 nudos (27,800 kilómetros) y el avión a emplear tiene una velocidad de crucero de 200 kilómetros por hora?

REGLAMENTACIONES DE VUELO

Reglamento de visual (VFR)

El vuelo visual (VFR) es el que se realiza con tiempo igual o mejor que las mínimas meteorológicas especificadas para el aeródromo o ruta correspondiente. En esta clase de vuelos se mantiene la situación con respecto a la tierra o agua, mediante referencias visuales directas mantenidas en forma constante.

Las mínimas meteorológicas VFR de aeródromo son:

Visibilidad en tierra: 5 kilómetros.

Techo de nubes: 300 metros.

(Excepto que para aeródromos determinados se hayan establecido mínimas más restrictivas por la autoridad aeronáutica competente.)

Para los aeródromos no controlados que se encuentren fuera de una zona de control, las mínimas son:

Visibilidad en tierra: 2,5 kilómetros.

Techo de nubes: 300 metros.

(A menos que para aeródromos determinados se hayan establecido por la autoridad aeronáutica competente mínimas más restrictivas.)

Además de las expresadas, deberán existir las siguientes visibilidades y distancias de vuelo:

a) Dentro de espacios aéreos controlados; visibilidad 8 kilómetros, distancias de las nubes 1,5 kilómetros horizontalmente, 300 metros vesticalmente.
b) Fuera de espacios aéreos controlados: visibilidad 5 kilómetros, distancias de las nubes 600 metros horizontalmente, 150 metros verticalmente.

Alturas mínimas de seguridad

Excepto cuando sea necesario para despegar o aterrizar, o cuando se tenga permiso de la autoridad correspondiente, las aeronaves no volarán sobre aglomeraciones de edificios de ciudades o pueblos o lugares habitados, o sobre una reunión de personas al aire libre, a menos que sea imprescindible y en este caso, a una altura que permi-

ta, en situación de emergencia, efectuar un aterrizaje sin peligro para la personas o los bienes que se encuentren en la superficie; esta altura no será menor de 300 metros sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 600 metros de la aeronave. En lugares distintos de los especificados anteriormente, la altura mínima no será inferior a 150 metros sobre tierra o agua.

Vuelo sobre zona montañosa

Cuando se vuele sobre zona montañosa, además de mantener la altura de seguridad, no se volará a menos de 300 metros lateralmente de las laderas de las montañas.

Condiciones meteorológicas visuales (VMC)

Condiciones meteorológicas expresadas en términos de visibilidad, distancia de las nubes y techo, iguales o mejores que las mínimas especificadas.

Zona de tránsito de aeródromo

Es el espacio aéreo de dimensiones definidas establecidas alrededor de un aeródromo para la protección del tránsito local.

Excepto en los casos que se defina de otra forma, las zonas de tránsito de aeródromo son cilíndricas, de 4 millas náuticas de radio desde el punto de referencia del mismo, extendiéndose verticalmente desde el nivel del terreno hasta 750 metros de altura.

Zona peligrosa

Zona determinada, en la cual o sobre la cual pueden desplegarse actividades que constituyen peligro para las aeronaves que la sobrevuelan.

Zona prohibida

Zona determinada, situada dentro de los límites territoriales de un Estado, o en aguas jurisdiccionales adyacentes, sobre la cual está prohibido el vuelo de las aeronaves.

Zona restringida

Zona determinada, situada dentro de los límites territoriales de un Estado, o en aguas jurisdiccionales adyacentes, designada para fines distintos del control del tránsito, sobre la cual y en determinadas condiciones, está restringido el vuelo de aeronaves.

Circuito de tránsito

Excepto cuando la dependencia de los servicios de control del tránsito aéreo haya indicado hacerlo de otra forma, las aeronaves que se aproximen a un aeródromo deberán ingresar al circuito de tránsito correspondiente, antes de aterrizar en el mismo.

La incorporación de las aeronaves a los circuitos de tránsito antes del aterrizaje, tiene por objeto efectuar espera hasta recibir la autorización para efectuarlo.

En los aeródromos no controlados o pistas registradas, dicha maniobra tiene por objeto permitir la observación del lugar antes del aterrizaje, y hacer que la aeronave que esté en circuito se haga notar de cualquier otra que se dirija a aterrizar o que esté por partir.

El circuito de tránsito tipo está representado por la trayectoria que efectúa una aeronave que circunda el aeródromo, girando a la izquierda, a ciento cincuenta (150) metros de altura y quinientos (500) metros de la periferia, por lo menos. En los lugares en que se hayan establecido circuitos de tránsito distintos del circuito tipo, las aeronaves deberán ajustar sus maniobras a los procedimientos locales que se hayan publicado. Los turbo hélice efectuarán el circuito de tránsito a 450 metros de altura y los reactores a 600 metros, excepto instrucciones especiales.

Los elementos típicos del circuito del tránsito referidos a la trayectoria de una aeronave inmediatamente anterior al aterrizaje son: el tramo inicial o a favor del viento, el tramo básico y el tramo final.

Entrada al circuito de tránsito

Las aeronaves se aproximarán al aeródromo virando en el sentido del circuito, previo a incorporarse al mismo, las aeronaves no se incorporarán al tránsito por el tramo básico o el tramo final, excepto en los aeródromos controlados donde la dependencia de control autorice tal procedimiento.

Permiso de entrada al circuito

Las aeronaves que dispongan de comunicaciones aeroterrestres con la torre de control del aeródromo donde intenten aterrizar, deberán solicitar y obtener un permiso antes de ingresar al circuito de tránsito. El permiso de entrada al circuito de tránsito no debe confundirse con el permiso de aterrizaje, ya que el primero se expide cuando la aeronave está a cierta distancia del aeródromo y condiciones de tránsito no permiten la expedición de permiso de aterrizaje. Las aeronaves que no dispongan de comunicaciones aeroterrestres, ingresarán al circuito de tránsito pero no iniciarán la maniobra para el aterrizaje hasta haber recibido y acusado recibo de la autorización correspondiente del control, utilizando los procedimientos y señales necesarias.

Posiciones críticas

Los pilotos al mando de las aeronaves, al ocupar las posiciones críticas deberán estar especialmente atentos a las posibles indicaciones que por radio o por señales visuales emitan las torres de control de los aeródromos. Las siguientes son las posiciones en las que las aeronaves reciben normalmente las instrucciones de las torres de control (figura 45):

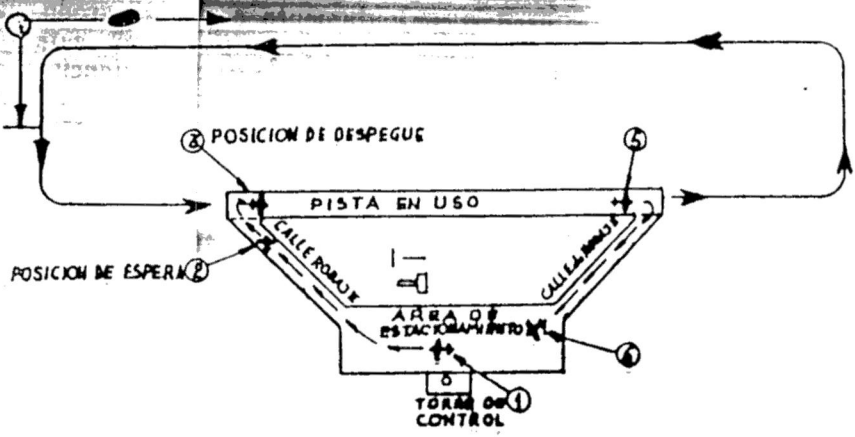


Figura 45 - POSICIONES CRITICAS

Posición 1: Se solicitará permiso para rodar para el vuelo de partida. Se darán las instrucciones relativas al rodaje y la pista en uso.

Posición 2: Si existe tránsito que interfiera, la aeronave que vaya a partir se mantendrá en este punto. Normalmente los motores de la aeronave se calentarán en él. Esta posición se denomina "Posición de espera".

Posición 3: En este lugar se despachará el permiso de despegue, cuando no ha sido posible hacerlo en la posición 2. Esta posición se denomina "Posición de despegue".

Posición 4: Aquí se expedirá el permiso de aterrizaje.

Posición 5: Aquí se expedirá el permiso para rodar hasta los hangares o área de estacionamiento.

Posición 6: Cuando sea necesario, en esta posición se darán indicaciones para el estacionamiento.

Servicio de control de tránsito aéreo

El servicio de control de tránsito aéreo es suministrado con el fin de:

1º) Prevenir colisiones:

a) entre aeronaves, y

b) entre aeronaves y obstáculos, en el área de maniobras, y

2º) Acelerar y mantener ordenadamente el movimiento del tránsito aéreo.

Los servicios de tránsito aéreo son:

1. SERVICIOS DE CONTROL DE AREA: Servicio de control de tránsito aéreo para los vuelos IFR en las áreas de control.
2. SERVICIO DE CONTROL DE APROXIMACION: Servicio de control de tránsito aéreo para la llegada o salida de vuelos IFR.
3. SERVICIO DE CONTROL DE AERODROMO: Servicio de control de tránsito aéreo para el tránsito de aeródromo.
4. SERVICIO DE INFORMACION DE VUELO: Servicio cuya finalidad es aconsejar y facilitar información útil para la realización segura y eficaz de los vuelos.
5. SERVICIO ASESOR DE TRANSITO AEREO: Servicio que se suministra para que, dentro de lo posible, se mantenga la debida separación entre las aeronaves que operan según un plan de vuelo IFR, fuera de área de control, pero dentro de rutas o áreas con servicio asesor.
6. SERVICIO DE ALERTA: Servicio suministrado para notificar a los organismos pertinentes respecto a aeronaves que necesitan ayuda de búsqueda y salvamento, y auxiliar a dichos organismos según convenga.

Permiso de control de tránsito aéreo

Autorización para que una aeronave proceda de acuerdo con las condiciones especificadas por una dependencia de control de tránsito aéreo.

Espacio aéreo controlado

Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilitan esencialmente servicios de control del tránsito aéreo para los vuelos IFR.

Area de control

Espacio aéreo controlado que se extiende hacia arriba desde una altura especificada sobre la superficie terrestre.

Area de control terminal

Parte de un área de control situada generalmente en la confluencia de aerovías en las inmediaciones de uno o más aeródromos principales.

Aerovías

Area de control o parte de ella dispuesta en forma de corredor y equipada con radicayudas para la navegación. Las aerovías se definen por la proyección de sus límites laterales sobre la superficie de la tierra, generalmente en relación con radioayudas y puntos de posición.

Torre de control de aeródromos

Dependencia establecida para facilitar servicio de control de tránsito aéreo al tránsito de aeródromo.

SEÑALES DE PELIGRO, URGENCIA Y SEGURIDAD

Señales de peligro

Las señales siguientes, usadas conjuntamente o por separado, significan que una aeronave está amenazada de peligro grave o inminente y que se pide ayuda inmediata:

1) Una señal transmitida por radiotelegrafía, o por cualquier otro medio para hacer señales, consiste en el grupo SOS (. . . - - - . . .) del Código Morse).
2) Una señal emitida por radiotelefonía, consiste en la palabra MAYDAY.
3) Cohetes o bombas que proyecten luces rojas, lanzados uno a uno a cortos intervalos.
4) Una luz de bengala roja con paracaídas.
5) Una señal con dos banderas, correspondiente a las letras NC del Código Internacional de Señales.
6) Una señal consistente en una bandera cuadrada, por encima o por debajo de la cual haya una bola o algo que se le parezca.
7) Disparos de armas de fuego u otra señal explosiva hechos a intervalos de un minuto aproximadamente.

Señales de urgencia

Las señales siguientes, usadas conjuntamente o por separado, significan que una aeronave desea avisar que tiene dificultades que la obligan a aterrizar, pero no necesita asistencia inmediata:

1) Apagando y encendiendo sucesivamente las luces de aterrizaje; o
2) Apagando y encendiendo sucesivamente las luces de navegación; o
3) Una sucesión de luces pirotécnicas blancas.

Las señales siguientes, usadas conjuntamente o por separado, significan que una aeronave tiene que transmitir un mensaje urgentísimo relativo a la seguridad de un barco, aeronave u otro vehículo, o de alguna persona que esté a bordo o a la vista:

1) Una señal hecha por radiotelegrafía o por cualquier otro método de señales consistentes en el grupo XXX.
2) Una señal transmitida por radiotelefonía consistente en la enunciación de la palabra PAN.
3) Una sucesión de luces pirotécnicas verdes.
4) Una sucesión de destellos verdes producidos con aparatos de señales.

Señales de seguridad

Las señales siguientes, usadas conjuntamente o por separado, significan que una aeronave está a punto de transmitir un mensaje relativo a la seguridad de la navegación o de cursar advertencias meteorológicas importantes:

a) Una señal hecha por radiotelegrafía o por cualquier otro método de señales consistente en el grupo TTT;
b) Una señal transmitida por radiotelefonía consistente en la enunciación de la palabra SECURITE.

SEÑALES VISUALES PARA INDICAR AL PILOTO QUE ESTA VOLANDO EN LA PROXIMIDAD DE UNA ZONA RESTRINGIDA, PROHIBIDA O PELIGROSA

De día y de noche, una serie de proyectiles disparados a intervalos de 10 segundos, que al explotar produzcan luces o estrellas rojas y verdes, indicarán a toda aeronave que está volando en la proximidad de una zona restringida, prohibida o peligrosa, y que la aeronave ha de tomar las medidas necesarias para evitarlas.

NOTA: Estas señales pueden hacerse desde tierra o desde otra aeronave.

SEÑALES PARA EL CONTROL DE TRANSITO DE AERODROMO

Señales luminosas

Desde el control del aerodromo.

Luz	A las aeronaves en vuelo	A las aeronaves en tierra
Verde fija	Autorizado para aterrizar	Autorizado para despegar
Roja fija	Ceda el paso a otras aeronaves y siga en el circuito	Alto
Serie de destellos verdes	Regrese para aterrizar (*)	Autorizado para rodaje
Serie de destellos rojos	Aeródromo peligroso, no aterrice	Apártese del área de aterrizaje en uso
Serie de destellos blancos		Regrese al punto de partida en el aeródromo
Luz pirotécnica roja	A pesar de las instrucciones previas, no aterrice por ahora	

(*) Después, la autorización para aterrizar se dará con luz verde fija.

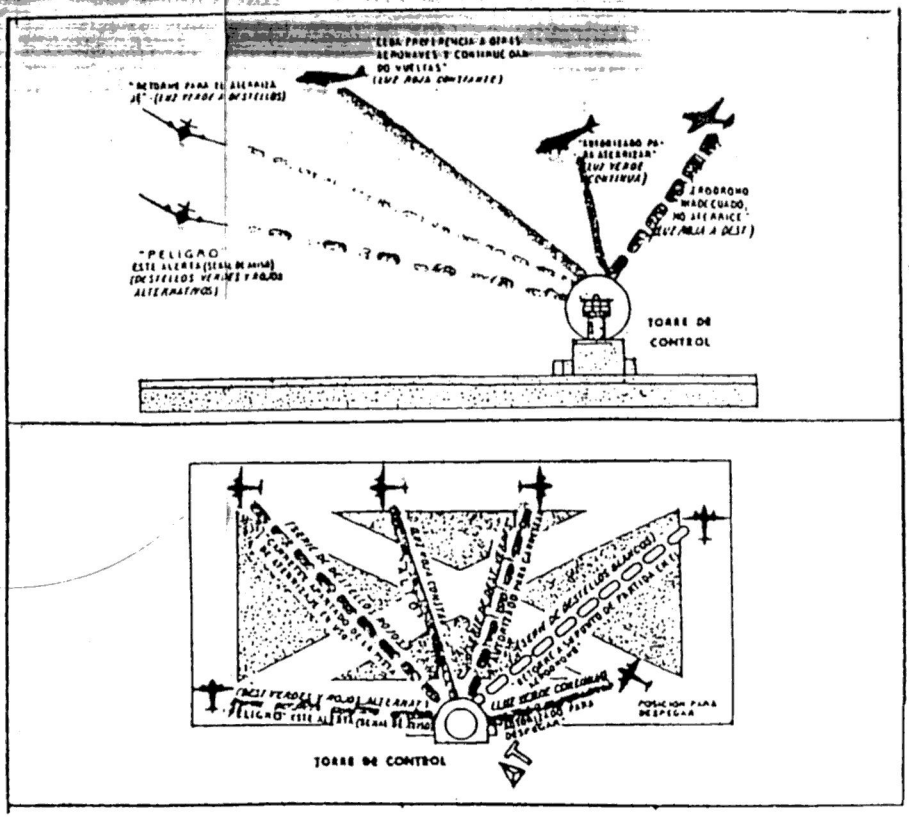


Fig. 46

Prohibición de aterrizar

Un panel cuadrado, rojo y horizontal, con diagonales amarillas indica que están prohibidos los aterrizajes en el aeródromo en cuestión, y que es posible que dure dicha prohibición.

Necesidad de precauciones especiales durante la aproximación y el aterrizaje

Un panel cuadrado, rojo y horizontal, con una diagonal amarilla indica que, debido al mal estado del área de maniobras o por cualquier otra razón, deben tomarse precauciones especiales durante la aproximación para aterrizar o durante el aterrizaje.

Uso de pistas y de calles de rodaje

Una señal blanca y horizontal en forma de pesas indica que las aeronaves deben aterrizar, despegar y rodar únicamente en las pistas y en las calles de rodaje.

La misma señal blanca y horizontal en forma de pesas descripta anteriormente, pero con una barra negra perpendicular al eje de las pesas a través de cada una de sus porciones circulares indica que las aeronaves deben aterrizar y despegar únicamente en las pistas, pero que las demás maniobras no necesitan limitarse a las pistas ni a las calles de rodaje.

Area de maniobras inutilizables

Cruces de un solo color llamativo, preferentemente blancas, colocadas horizontalmente en el área de maniobras, indican que el área no es utilizable para el movimiento de aeronaves.

Instrucciones para el aterrizaje y el despegue

Cuando se use una o ambas de las señales siguientes, indican la dirección que ha de seguir la aeronave para aterrizar o despegar:

1) Una "T" de aterrizaje, horizontal, de color blanco o anaranjado en dirección paralela al trozo largo de la "T" y hacia su travesaño.
2) Un tetraedro de color anaranjado o negro por la cara izquierda y blanco o aluminio por la derecha, visto desde atrás hacia la cúspide en la dirección hacia la cual apunta el tetraedro.
3) Una bola negra en el mástil claramente visible desde las aeronaves que estén en el área de maniobra, indica que la dirección de despegue debe confirmarse con la torre de control del aeródromo.
4) Un disco de color blanco o anaranjado colocado horizontalmente al lado del travesaño de una "T" de aterrizaje, en línea con el trozo largo de la misma es una señal de precaución para indicar que no se está empleando una sola dirección para todos los aterrizajes y despegues.
5) Un grupo de dos dígitos colocados verticalmente en la torre de control del aeródromo o cerca de ella, indica a las aeronaves que están en el área de maniobras la dirección de despegue expresada en decenas de grados, redondeando el número al entero más próximo al rumbo magnético de que se trate.

Tránsito hacia la derecha

Una flecha hacia la derecha y de color llamativo en un área de señales, u horizontalmente en el extremo de una pista o en el de una franja en uso, indica que los circuitos totales o parciales a seguir deben efectuarse hacia la derecha antes del aterrizaje y después del despegue.

Oficina de información del control de aeródromo

La letra "C" en negro, colocada verticalmente sobre un fondo amarillo, indica a las aeronaves que están en el área de maniobras el lugar donde se dan los informes relativos a los servicios de tránsito aéreo.

INFORMACION SOBRE VUELOS

Preparación del vuelo

Antes de iniciar un vuelo, el piloto al mando de la aeronave deberá familiarizarse con toda la información disponible que corresponda al que proyecta realizar. Las medidas previas para aquellos vuelos que no se limiten a las inmediaciones de un aeródromo y para todos los vuelos IFR (vuelos por instrumentos), incluirán, entre otras cosas, el estudio minucioso de los informes y pronósticos meteorológicos de actualidad que se dispongan, la atención de la información NOTAM que afecte a su vuelo, cálculo de combustible y lubricante necesario y preparación del plan a seguir en caso de no poder completarse el vuelo tal como se ha proyectado.

Verificaciones

No se iniciará ningún vuelo hasta que el piloto al mando de la aeronave haya comprobado que:

1º) La aeronave reúne condiciones de aeronavegabilidad;
2º) Los instrumentos y equipos disponibles a bordo de la aeronave son suficientes para el tipo de operación que vaya a efectuarse;
3º) El peso de la aeronave es tal que pueda despegar y efectuar el vuelo en forma segura, teniendo en cuenta las longitudes disponibles de pista y condiciones de vuelo previstas;
4º) La carga transportada esté distribuida de tal manera que la aeronave pueda efectuar con seguridad el vuelo;
5º) Se ha cumplido con las medidas previas al vuelo prescriptas en el número 55 del Reglamento de Vuelos (preparación del mismo).

Carga de combustible y lubricante

El combustible y el lubricante que debe llevar a bordo la aeronave al iniciar un vuelo para el cual no se ha establecido aeródromo de alternativa, incluyendo los vuelos locales, deben ser suficientes para que, teniendo en cuenta el viento y demás condiciones meteorológicas previstas, pueda volar hasta el aeródromo de aterrizaje propuesto y prolongar el vuelo un treinta por ciento (30 %) más del tiempo calculado para la etapa; esta reserva nunca deberá ser inferior a cuarenta y cinco (45) minutos.

Si se han establecido aeródromos de alternativa, se deberá llevar combustible y lubricante suficiente para volar hasta el aeródromo de aterrizaje propuesto y de allí al de alternativa más lejano con cuarenta y cinco (45) minutos más de autonomía a la velocidad de crucero.

Plan de vuelo

Por la importancia que reviste para la seguridad de los vuelos, es conveniente la presentación del plan de vuelo para la generalidad de las operaciones. El plan de vuelo compromete y pone en funcio-

namiento el mecanismo de los servicios que prestan protección a los vuelos. Al margen de constituir una exigencia para los vuelos IFR, para todos los vuelos facilita la búsqueda y salvamento si fuera necesario.

Presentación obligatoria del plan de vuelo

Deberá presentarse obligatoriamente plan de vuelo, en los siguientes casos:

1º) Cuando se proyecte o sea imperativo efectuar vuelos IFR.

2º) Para vuelos a través de fronteras internacionales.

3º) Para vuelos comerciales regulares.

4º) Cuando lo requieran especialmente disposiciones expresas de la autoridad aeronáutica competente.

Además de los casos que sean establecidos en el futuro, actualmente debe presentarse plan de vuelo para los vuelos realizados dentro de la jurisdicción nacional por aeronaves extranjeras, aeronaves con pasavante y aeronaves del Estado.

TERMINACION DE UN PLAN DE VUELO

Informe de llegada

Al dar por finalizado un vuelo o parte del mismo para el cual se había presentado plan de vuelo, será responsabilidad del piloto notificar su llegada tan pronto como sea posible a la correspondiente dependencia de los servicios de tránsito aéreo, haciendo mención del aeródromo controlado del cual ha partido últimamente.

NOTA: Debe recordarse la obligación que tiene el piloto de hacer su presentación en forma personal o por delegación a la oficina de informaciones de vuelo de cada aeródromo controlado, con el objeto de tomar conocimiento de las informaciones que constituyen parte de las medidas previas al vuelo, actualizar las modificaciones al plan de vuelo; dar cumplimiento a la Ley de Tasas, etcétera.

SERVICIO DE ALERTA PARA LA BUSQUEDA Y SALVAMENTO

Principios generales

Los pilotos al mando de aeronaves, deberán evitar que se movilice innecesariamente a los organismos de búsqueda y salvamento, previniendo crear situaciones que puedan provocar que las aeronaves sean innecesariamente declaradas en condición de emergencia.

Aeronaves declaradas en emergencia

Normalmente una aeronave provocará ser declarada en situación de emergencia, en los siguientes casos:

1º) Inmediatamente después de haber transcurrido treinta (30) minutos de la hora señalada para que la aeronave informara su posición sin que se haya establecido comunicación con la misma.

2º) Inmediatamente después de haber transcurrido treinta (30) minutos de la hora estimada de llegada últimamente anunciada, sin que la aeronave lo haya hecho o haya comunicado al respecto.

3º) Cuando una aeronave ha sido autorizada para aterrizar y no lo hace dentro de los cinco (5) minutos siguientes a la hora estimada de aterrizaje, sin haber vuelto a establecer comunicación con los servicios de tránsito aéreo.

4º) En todo otro caso en que por propia declaración del piloto al mando de la aeronave o informes que disponga el servicio de tránsito aéreo exista certidumbre que se ha producido o se está por producir una situación de emergencia.

Responsabilidad del piloto al mando

El piloto al mando de la aeronave es responsable de los inconvenientes que origine una declaración de situación de emergencia innecesaria, cuando se pruebe que ha sido provocada por negligencia o incumplimiento de la Reglamentación en vigencia por parte del piloto.

Operación negligente o temeraria de aeronaves

Ninguna aeronave podrá conducirse negligente o temerariamente de modo que ponga en peligro la vida o bienes ajenos.

Algunos ejemplos de operaciones calificadas como negligentes o temerarias, son las siguientes:

a) Los vuelos a baja altura sobre éjidos urbanos, agrupamiento de edificios, concentraciones de personas, vehículos, antenas, etc.;

b) Los vuelos VFR realizados a menor distancia de las nubes, que las prescriptas o con visibilidad de vuelo inferior a la establecida;

c) Los vuelos realizados a demasiada proximidad de otras aeronaves u obstáculos;

d) Los vuelos realizados dentro de espacios aéreos controlados, en IMC, si no se cuenta con un permiso de tránsito aéreo o no se siguen las instrucciones del mismo.

Lanzamiento de objetos

Desde una aeronave en vuelo no se lanzará nada que pueda constituir peligro o daño para las personas o bienes ajenos.

Descenso en paracaídas

Sin permiso de la autoridad competente no se harán descensos en paracaídas excepto en casos de emergencia.

Restricciones en el espacio aéreo

Como norma general ninguna aeronave volará sobre áreas en que existan restricciones de vuelo, cuyos detalles se hayan publicado debidamente, a no ser que se ajuste a las condiciones de la restricción o que tengan permiso de la autoridad competente.

Procedimiento general de sobrevuelo de instalaciones militares

No se podrá sobrevolar injustamente a menos de novecientos (900) metros de altura o quinientos (500) metros de distancia horizontal, instalaciones de carácter militar permanentes o transitorias, excepto cuando se vuele sin referencia visual con el terreno.

Procedimiento general de sobrevuelo de instalaciones críticas

No se podrá volar directamente sobre destilerías, depósitos de inflamables, usinas e instalaciones de elaboración o manipuleo de materiales radio-activos, excepto cuando la altura de la aeronave permita en caso de emergencia efectuar su aterrizaje sin peligro para dichas instalaciones.

Operaciones fuera de aeródromos habilitados

Las operaciones fuera de aeródromos habilitados, solamente se podrán realizar en casos de emergencia o por aeronaves públicas en ejercicio de sus funciones, aeronaves en misiones de búsqueda y salvamento o en misión sanitaria.

Operaciones en pistas registradas

Las aeronaves privadas que no se dediquen al transporte público de personas o cosas y las exclusivamente postales, podrán operar en pistas registradas. La franja de la superficie terrestre o acuática utilizada a estos fines deberá guardar la separación adecuada a los obstáculos vecinos, en forma de no ocasionar riesgo alguno a la vida y bienes ajenos durante el aterrizaje y despegue y las maniobras previas y posteriores relacionadas con éstos.

Responsabilidad respecto al cumplimiento del reglamento

El comandante de la aeronave, manipule o no los comandos, será responsable de que la operación de ésta se realice de acuerdo con el presente reglamento, pero podrá dejar de seguirlo en circunstancias que hagan absolutamente necesario tal incumplimiento, por razones de seguridad que exijan tomar medidas inmediatas. Cuando este pri-

vilegio de emergencia es utilizado, deberá notificarse lo antes posible a la dependencia de los servicio de tránsito aéreo adecuada y deberá presentarse un informe escrito de la desviación realizada, si así lo requiere la autoridad aeronáutica competente.

Requisitos para aeronaves accidentadas

El piloto o los tripulantes de una aeronave accidentada, que no estén impedidos deberán comunicar el accidente de inmediato conforme a sus posibilidades, a la autoridad aeronáutica más cercana, quedándoles prohibido, así como al propietario de la aeronave, mover ésta o sus restos, hasta la liberación por la autoridad aeronáutica investigadora.

Documentos que deben llevarse en una aeronave

Toda aeronave en operación debe llevar a su bordo:

1º) Certificado de matriculación.

2º) Certificado de Navegabilidad.

3º) Certificado de Habilitación.

4º) Historial del avión y motor.

5º) Licencia del Piloto (de Vuelo y Psicofisiológica).

6º) Libro de Vuelo del Piloto.

7º) Recibo Tasa Unificada de Protección al Vuelo.

8º) Documento de Identidad del Piloto.

Y las correspondientes documentaciones de los demás tripulantes, si lo hubiere.

Nota: Hasta tanto sea posible incluir en este manual un resumen del AIP-RAC —Reglamento de Vuelos (R.A.G. 32) y sus Procedimientos de Aplicación— se recomienda a los señores pilotos y alumnos el estudio del referido Reglamento.

EQUIPOS RADIOELECTRICOS UTILIZADOS A BORDO DE LAS AERONAVES

Existe actualmente una gran cantidad de tipos y marcas de equipos radioeléctricos utilizados a bordo de las aeronaves en todo el mundo. Como su estudio demandaría varios libros o manuales como el presente, y teniendo en cuenta que la operación por parte del piloto privado sobre los equipos disponibles en el material en uso en nuestro país se reduce al empleo de un número limitado de ellos, sólo trataremos en forma superficial este tema.

En general podríamos dividirlos en dos grandes grupos, uno empleado para la navegación radioeléctrica y el otro para las comunicaciones entre las aeronaves y los diferentes servicios de tránsito aéreo o entre las aeronaves y particulares que se encuentran en distintos lugares de la tierra.

Entre los primeros podemos hacer una subdivisión considerando las frecuencias de los equipos utilizados:

a) Radio compás; puede ser manual o automático (DF o ADF); y
b) VOR, un radio receptor instalado en una aeronave designado para recibir e interpretar las señales originadas por un radiofaro omnidireccional VHF.

Los primeros se emplean para determinar la navegación hacia una antena de radiofaro o broadcasting, que emitan en frecuencias bajas y medias (LF — MF) vale decir entre 200 a 400 kilohertz para los radiofaros y entre 500 y 1.900 kilohertz para las broadcasting.

La propalación de la onda de estos equipos es directa —siguiendo la curvatura de la tierra—, tiene gran alcance, pero el mismo esta supeditado a la potencia de la emisora.

Los equipos de navegación VOR, tienen un alcance de recepción limitado a la raíz cuadrada de las alturas de las antenas emisoras, trabajan en frecuencias muy altas (VHF), 108 a 118 megahertz. Esta banda de frecuencia está relativamente libre de perturbaciones estáticas y de interferencias atmosféricas. Generalmente se utilizan para suministrar una guía precisa hacia o a partir de la estación, sobre

cualquier rumbo que pueda elegir el piloto. De esa condición proviene su nombre de radiofaro omnidireccional.

El alcance de recepción mencionado al principio, hace que este tipo de equipo sólo pueda utilizarse dentro de los límites del alcance visual entre la aeronave y la estación emisora, siendo afectado por obstrucciones del terreno (edificios, montañas, etc.).

Con referencia a los equipos para comunicaciones los mismos pueden ser:

a) Radiotelefonía en ruta; y
b) Radiotelefonía para las comunicaciones entre las aeronaves y las torres de control o entre aeronaves dentro de un radio más limitado que los primeros.

Para las comunicaciones de largo alcance (hasta 5.000 kilómetros), utilizadas para regir la separación del tráfico aéreo, la información relativa al control de vuelo e información meteorológica, se utilizan los equipos de alta frecuencia (HF), que trabajan entre los 3 y 12 mil kilohertz.

Estos equipos emplean onda reflejada, de la que existen tres tipos:

1 — HF A1; es onda pura continua y su uso está restringido, pues interfiere y anula toda otra comunicación.
2 — HF A2; onda continua modulada que se emplea en radiotelegrafía.
3 — HF A3; onda modulada para radiotelefonía.

Por una reglamentación internacional se fijó la utilización de dos sistemas de comunicaciones:

1 — FX; es el servicio fijo entre estaciones terrestres, utilizando las ondas A2 y A3 especificadas anteriormente.
2 — FA; servicio móvil entre estaciones terrestres y aeronaves o entre aeronaves.

En cuanto a los equipos citados en b), se está haciendo cada día más común el empleo de equipos VHF para comunicaciones en distancias cortas, dado su condición de no ser afectados por estática ni aún durante severas tormentas eléctricas.

Las frecuencias comúnmente utilizadas a estos fines son entre 118 y 135.9 megahertz.

EQUIPO OMNIDIRECCIONAL VOR

El equipo VHF omnidireccional —denominado comúnmente VOR— ha reemplazado en muchos lugares del mundo a los antiguos radiofaros de baja frecuencia de cuatro haces, como ayuda para la navegación aérea.

El VOR ofrece muchas ventajas con respecto a estos últimos, entre las cuales se destacan las siguientes:

1) Es menos susceptible a la estática.
2) Pueden obtenerse con él, un número infinito de cursos o radiales.
3) La información que presenta como ayuda a la navegación, es visual en lugar de auditiva.

Veamos seguidamente cuáles son los principales componentes de un equipo radio-receptor VOR y cómo deben ser empleados por el piloto. En general son tres; pueden adoptar diferentes formas (según la marca y tipo), pero en esencia su denominación y empleo es el siguiente:

1 — Selector de curso (OBS - Omni Bearing Selector): permite la selección de cualquier curso o radial. En la figura 47 el elegido es el radial 060°.

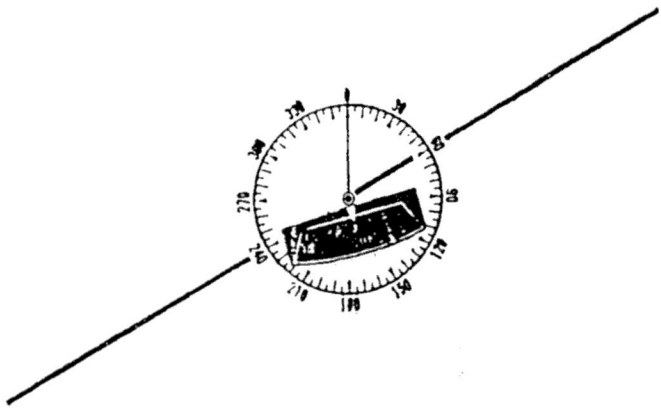


Figura 47

2 — Indicador de la Desviación de Curso - aguja vertical izquierda-derecha (CDI - Course Deviation Indicator): muestra la posición del avión en relación al curso o radial seleccionado. En la figura 48, el avión Nº 1 está a la izquierda del radial 060° y la aguja indica la dirección hacia la que se encuentra este último; el avión Nº 2, a la derecha del referido curso, tiene la aguja hacia la izquierda, lugar en que realmente se encuentra el mismo; por último el avión Nº 3 —en curso— nos muestra la aguja centrada.

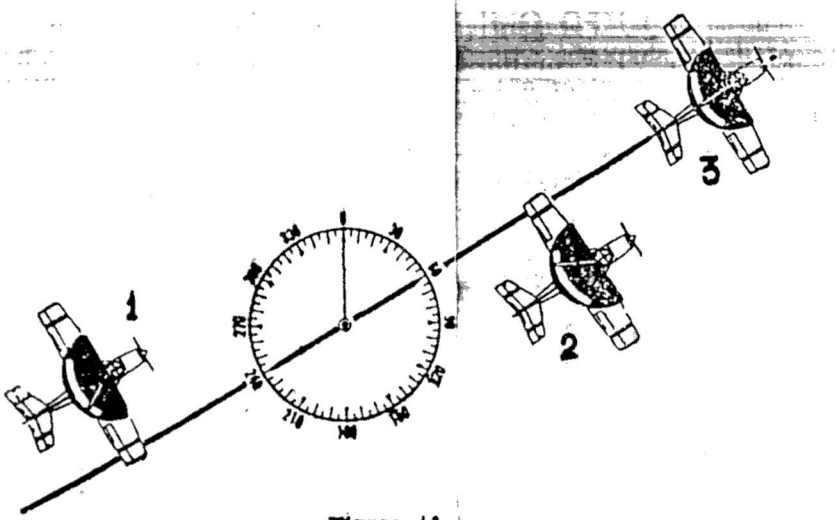


Figura 48

3 — Indicador "hacia-desde" (TO-FROM indicator): es un medidor de ambigüedad o indicador del sentido de vuelo del avión en relación a la estación VOR transmisora. Muestra si el curso o radial seleccionado con el OBS, después de ser interceptado y mantenido, nos llevará "hacia" la estación (TO) o nos alejará de ésta (FROM). En la figura 49, los aviones 1 y 2 muestran marcación "hacia" (TO), mientras que los 3 y 4 indican marcación "desde" (FROM).

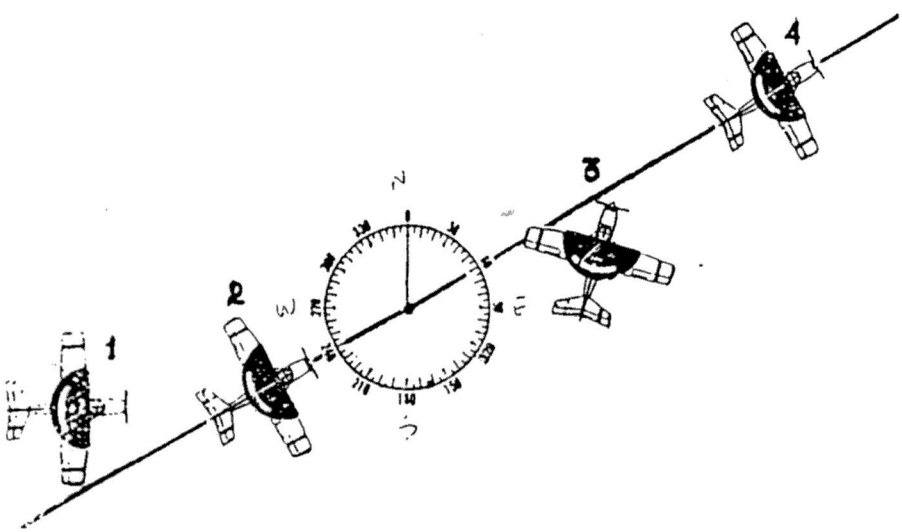


Figura 49

¿QUE APLICACION PRACTICA TIENE EL EQUIPO DE NAVEGACION VOR? — Un equipo de navegación VOR facilita cualquier tipo de navegación (observada, estima o radioeléctrica) siempre que se encuentren funcionando en la zona las estaciones VOP transmisoras, puesto que cuando es operado correctamente puede emplearse entre otras cosas para:

a) Volar directamente "hacia" (TO) una estación —avión 1, figura 50.

b) Volar directamente "desde" (FROM) una estación —avión 2, figura 50.

c) Determinar la posición de una aeronave con respecto a una estación —avión 3, figura 50.

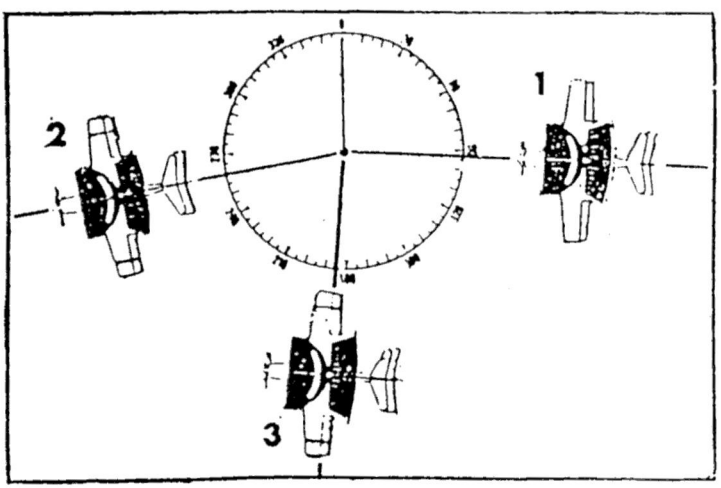


Figura 50

Conocidos los componentes y la aplicación práctica del VOR, pasemos seguidamente a la aclaración de algunos puntos:

1º) ¿QUE ES UN RADIAL? — Un radial es una línea de rumbo magnético que se extiende "desde" (FROM) la estación transmisora. En la figura 51, la línea que partiendo del centro del círculo se extiende hacia el Oeste —lado izquierdo—, es el radial 260°, mientras que el tramo de la misma línea que se extiende hacia el Este —lado derecho— es el radial 080°.

2º) ¿POR QUE LOS AVIONES MARCADOS "B" EN LA FIGURA 51, A PESAR DE ESTAR A LA IZQUIERDA DE LOS RADIALES SELECCIONADOS NOS MUESTRAN LA AGUJA INDICADORA (CDI) HACIA LA IZQUIERDA? — Porque en ambos el medidor de ambigüedad "hacia-desde" (TO-FROM) está mostrando un sentido o dirección de vuelo inverso a la dirección real de éste. Ello se debe a que el selector de curso (OBS) está colocado en el valor opuesto al radial que se desea seguir, dado que el avión "B" de la izquierda que realmente se dirije "hacia" la estación (TO) indica un curso de 260° en lugar del 080° correspondiente, mientras que el avión "B" de la derecha, que se está alejando de la estación (FROM) con un rumbo de 080° está también indicando un curso de 260°. En cambio, los aviones marcados "A" muestran marcaciones correctas por estar debidamente ajustados los dos componentes mencionados —selector de curso e indicador "hacia-desde"— (OBS y TO-FROM indicator).

3º) ¿COMO ES POSIBLE ELIMINAR ESOS ERRORES? — Simplemente teniendo en cuenta que si los componentes referidos están debidamente ajustados, el rumbo del avión (brújula y/o giro direccional) debe coincidir —aproximadamente— con el valor del curso o radial que se está siguiendo, ya se esté uno alejando "desde" (FROM) o acercando "hacia" (TO) la estación. De no tener esto en cuenta, la aguja indicadora (CDI) mostrará en sus marcaciones un sentido opuesto al verdadero.

4º) ¿DEPENDE LA MARCACION "HACIA-DESDE" (TO-FROM) DEL RUMBO DEL AVION? — ¡No! Depende únicamente del valor a que se ajuste el selector de curso (OBS) y de la posición de la aeronave con respecto a la estación. Como puede verse en la figura 52 los aviones 1 y 2 muestran marcación "desde" (FROM), pese a que el primero está cruzando el radial 095° con un ángulo de aproximadamente 45°. Podríamos pivotear cualquiera de los tres aviones de la figura 360°, y no habría cambios en la marcación "hacia-desde" (TO-FROM).

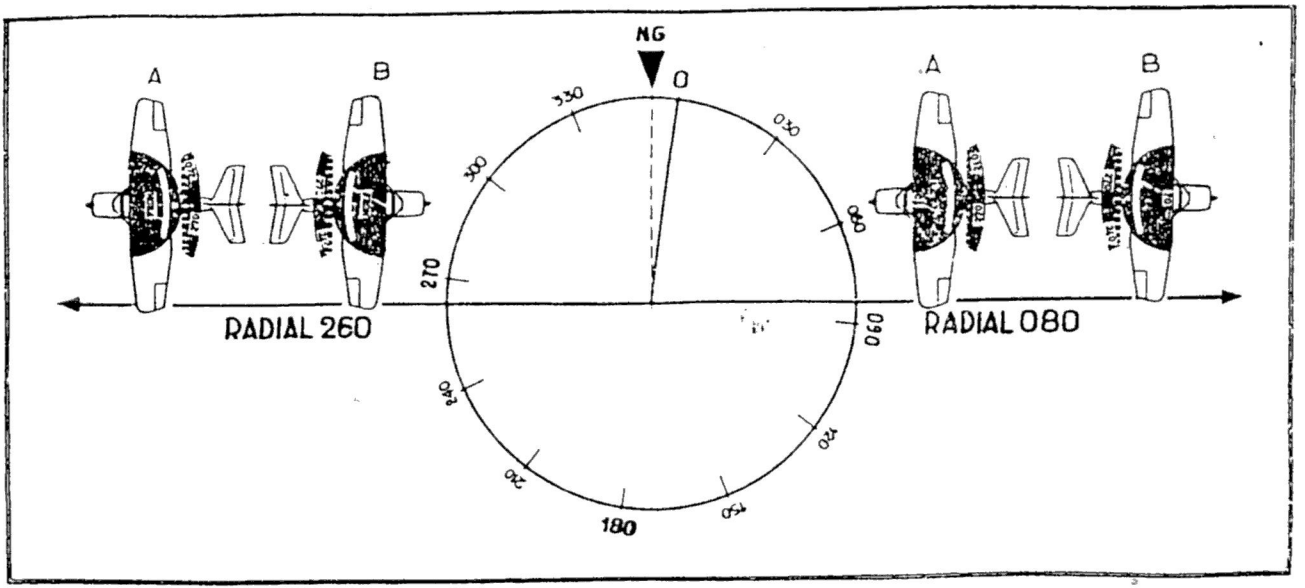

NG
A
B
A
B
0
030
060
090
120
150
180
210
240
270
300
330
RADIAL 260
RADIAL 080

Figura 51

figura 62

5º) ¿PUEDE EL INDICADOR "HACIA-DESDE" (TO-FROM) MOSTRAR UNA INDICACION NEUTRA? — Sí, cuando la señal (transmisión) es muy débil por encontrarse la aeronave a muy baja altura, a mucha distancia de la estación o por estar ésta mal sintonizada, se obtendrá marcación neutra. Lo mismo ocurrirá cuando se cruce un radial perpendicular al curso seleccionado, se pase muy cerca o justamente encima de la estación. Respecto a la sintonía, es conveniente aclarar que no todos los equipos en uso cuentan con selector de frecuencias pre-sintonizados (a cristales), sino que existen muchos —especialmente de modelo antiguo— que deben sintonizarse del mismo modo que un receptor común. Por ello es importante asegurarse sin dudas que la estación sintonizada es la deseada. Eso se comprueba escuchando la identificación —en código Morse— que en un grupo de tres letras correspondientes al nombre de la estación se transmite automáticamente en forma casi continua (con breves intervalos) como en los radiofaros aeronáuticos comunes.

6º) ¿QUE PROCEDIMIENTO DEBE SEGUIRSE PARA VOLAR DIRECTAMENTE HACIA UNA ESTACION?

a) Sintonizar e identificar la misma.

b) Girar el selector de curso (OBS) hasta que la aguja vertical izquierda-derecha quede en el centro y el indicador "hacia-desde" (TO-FROM) muestre marcación "hacia" (TO) —avión 1, figura 53.

c) Girar a un rumbo aproximadamente igual al colocado en el selector de curso (OBS) —avión 2, figura 53.

d) Ahora la aguja vertical izquierda-derecha (CDI) nos dará indicación real, es decir que se desplazará en la dirección del curso o radial que se desea seguir. Manteniéndola centrada —por medio de giros hacia la dirección en que se desplace—, será fácil volar directamente hacia la estación.

Si lo que se desea es simplemente llegar a la estación sin seguir un radial determinado; completado el paso c), puede reajustarse el selector de curso volviendo a centrar la aguja, para mantener entonces el nuevo rumbo que corresponda.

Si se deseara seguir un rumbo alejándose de la estación, el procedimiento a emplear será el mismo, excepto que en el paso b), la indicación "hacia-desde" (TO-FROM) deberá ser "desde" (FROM), en lugar de "hacia" (TO).

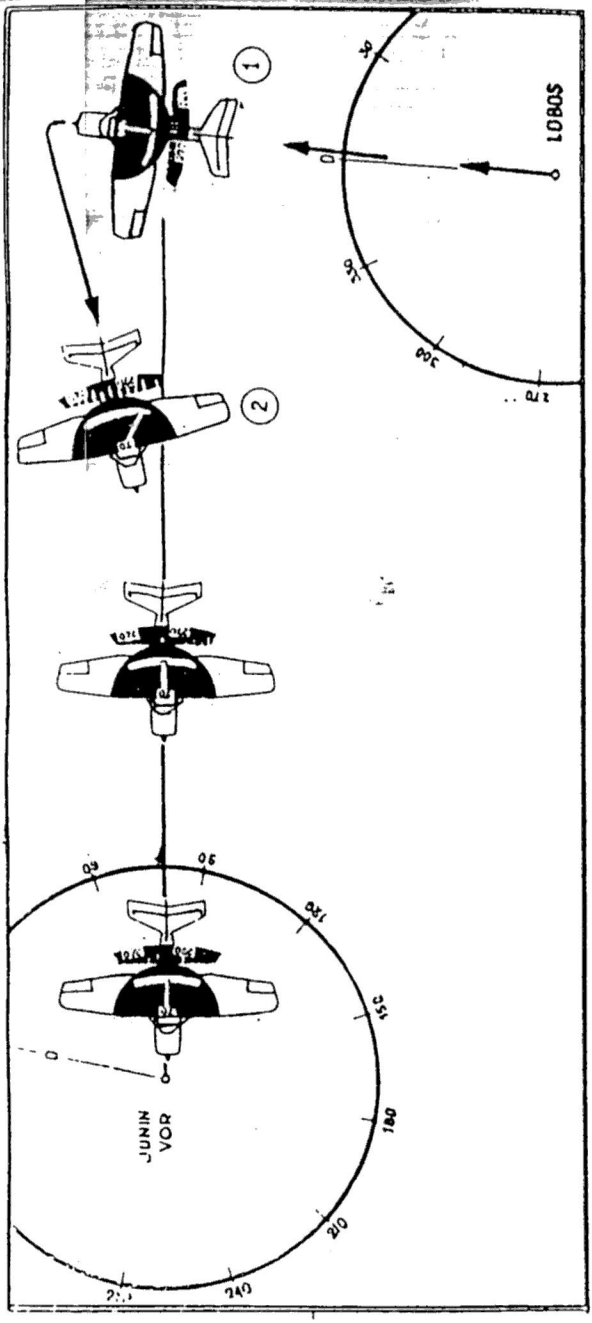


Figura 52

7º) ¿QUE PROCEDIMIENTO DEBE SEGUIRSE PARA VOLAR ALEJANDOSE DE UNA ESTACION DESPUES DE CRUZAR SOBRE ELLA?

a) Al pasar sobre la estación, la marcación "hacia" (TO) cambiará a "desde" (FROM) —aviones 1, 2A, 2B, 3 y 4, figura 54.

b) Si el curso o radial a seguir después del cruce es el mismo —aviones 1 y 2A, figura 54—, no es preciso hacer ningún cambio. Para mantener el rumbo, sólo habrá que corregir los desplazamientos de la aguja —si se produjeran—, con giros suaves hacia el lado que señale.

c) Si después del cruce debe seguirse otro radial —aviones 2B y 4, figura 54—, cuando la marcación "hacia" (TO) cambie a "desde" (FROM), se colocará el valor correspondiente en el selector de curso (OBS) y se virará al nuevo rumbo; corrigiendo con giros suaves los desplazamientos de la aguja hasta conseguir que vuelva y permanezca en el centro.

8º) ¿QUE PROCEDIMIENTO DEBE SEGUIRSE PARA DETERMINAR LA POSICION DE UNA AERONAVE CON RESPECTO A UNA ESTACION?

a) Sintonizar e identificar la estación.

b) Girar el selector de curso (OBS) hasta que la aguja vertical izquierda-derecha (CDI) quede en el centro y el indicador "hacia-desde" (TO-FROM) indique "desde" (FROM) —aviones 2 y 3, figura 55—.

c) El valor que indique el selector de curso (OBS) representa el radial sobre el que está el avión. Trazando en la carta a partir de la estación sintonizada una línea con dicho valor, se obtendrá la línea de posición.
Con ella podrá visualizarse esta última. En la figura 55, los aviones 2 y 3 se encuentran en los radiales 186° y 220° del VOR San Antonio de Areco, respectivamente.

Téngase en cuenta que si no se ha mantenido correctamente la ruta de vuelo —como se muestra idealmente en la figura 55—, no será posible ubicar exactamente el punto en que se encuentra la aeronave. En tales casos faltará la información de la distancia a que

Nota: En las figuras 53 y 55 se ha tomado a Ezeiza, Lobos, San Antonio de Areco y Junín como ejemplos. Sin embargo, se deja constancia que la ubicación de los mismos no se ha respetado con exactitud, por lo que no deben tomarse como ciertos los rumbos o cursos que aparecen en los referidos dibujos.

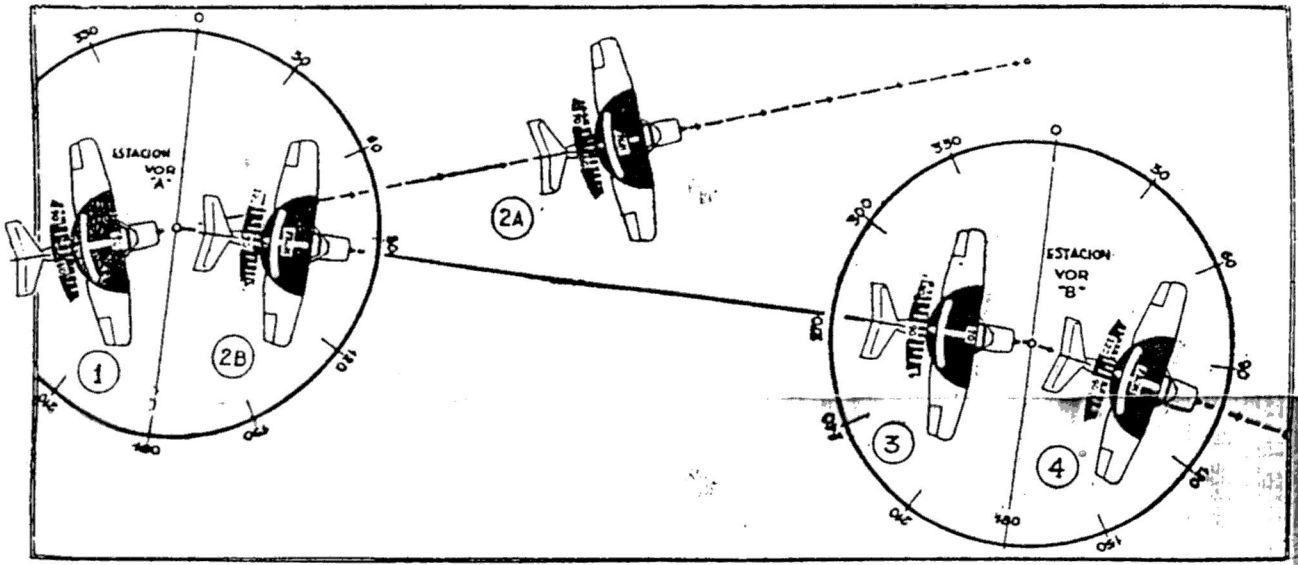


Figura 54

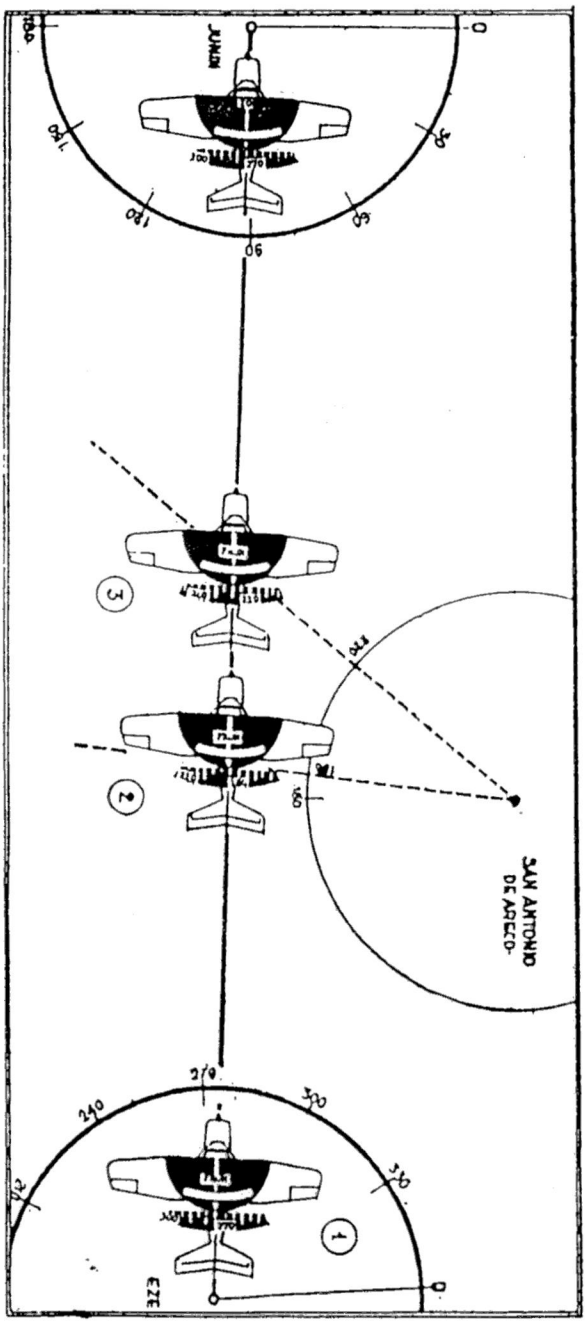


Figura 66

se encuentra ésta de la estación. Para obtenerla, será preciso tomar marcaciones adicionales de otras estaciones a fin de conseguir nuevas líneas de posición que corten a la primera. Sin embargo, si el piloto lo desea, siempre podrá volar directamente a la emisora. Para hacerlo sólo tendrá que aplicar el procedimiento enunciado previamente en el punto 6º), pasos b), c) y d).

Además de los ejemplos ya citados, es interesante hacer notar que empleando el VOR, será sencillo ubicar lugares desconocidos o con pocas referencias. Por ejemplo: una pista de emergencia situada en un lugar alejado; un sitio determinado en una zona desierta, etc.

Para ello solamente será preciso trazar sobre la carta una línea desde la estación VOR hasta el lugar deseado, medir el rumbo —desde el lugar a la estación si éste se encuentra antes de ella—, aplicar la corrección por declinación correspondiente a la zona y con el valor resultante en el selector de curso (OBS), obtener marcación "hacia" (TO). Manteniendo entonces un rumbo —con la brújula y/o giro direccional— aproximadamente igual al colocado en el selector de curso (OBS) y corrigiendo los desplazamientos de la aguja vertical (CDI) con giros suaves en la dirección que indique hasta lograr que permanezca centrada, llegará un momento en que se cruzará directamente sobre el lugar de destino. Conociendo la velocidad de navegación, será cuestión de estimar el tiempo para que ello ocurra y por lo tanto ubicarse sin mayores problemas. Si el sitio buscado quedara después de la estación VOR, se seguirá el mismo procedimiento, excepto que habrá que medir el rumbo "desde" la estación y emplear marcación "desde" (FROM) en lugar de "hacia" (TO) al iniciar el viaje. El viento de costado —deriva— no afectará la realización de estos procedimientos, puesto que las marcaciones de la aguja vertical izquierda-derecha (CDI), no son afectadas por el mismo. Mientras sea mantenida al centro, la aeronave permanecerá exactamente sobre el radial seleccionado. La deriva podrá notarse comparando la diferencia entre los valores existentes en el selector de curso (OBS) y la brújula o compás magnético.

LIMITACIONES DEL VOR

La principal de ellas, reside en su capacidad de recepción que está sujeta a lo que comúnmente se denomina como "línea de alcance visual". Esto significa —como puede apreciarse en la figura 56— que únicamente el avión del centro, al tope del dibujo, recibirá señales de cualquiera de las dos estaciones; de los restantes, el de la parte inferior no recibirá ninguna señal, mientras que el de la izquierda o el de la derecha, obtendrán recepción de cada una de las estaciones del mismo lado solamente.

Ello se debe a que la propagación de las ondas de muy alta frecuencia (VHF) se produce en línea recta sin seguir la curvatura de

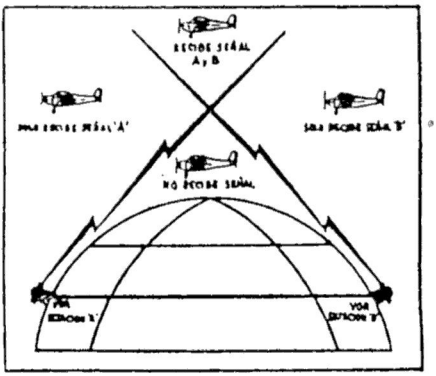


Figura 66

la tierra ni reflejarse como las de frecuencias más bajas. Con esta limitación, un avión que vuele a poca altura no aprovechará todas las ventajas expuestas precedentemente. Las mismas condiciones se presentarán volando en zona de montañas, donde el alcance de recepción estará también condicionado a la altura de vuelo de la aeronave. Sin embargo, conociendo estas limitaciones siempre podrá obtenerse el "apoyo" del VOR si se combina su empleo con los otros tipos de navegación (observada o estima). Seguidamente se detalla —en forma de tabla—, la distancia de recepción de un equipo VOR basada en la "línea de alcance visual" y la inexistencia de obtrucciones entre el transmisor y el receptor.

Altura sobre el terreno (en pies)	Distancia de recepción (en millas náuticas)
1.000	39
3.000	69
5.000	87
10.000	122
15.000	152
20.000	174

Bibliografía consultada: Examogramas números 15 y 16 (Cómo usar el VOR) de la F. A. A.

ESTACIONES VOR EN NUESTRO PAIS

Lugar	Abreviatura	Frecuencia
BAHIA BLANCA	BLA	115.3 MHz.
BASE COM. MARAMBIO	MBI	117.9 „
CATARATAS DEL IGUAZU	IGZ	114.1 „
CERES	ERE	115.5 „
COMODORO RIVADAVIA	CRV	117.5 „
CORDOBA	COR	114.5 „
CORRIENTES	CTE	115.1 „
EZEIZA	EZE	116.5 „
GUALEGUAYCHU	EGU	113.1 „
ISLAS MALVINAS	MLV	116.9 „
JUJUY	JUY	112.9 „
JUNIN	JUN	116.1 „
LABOULAYE	LYE	116.3 „
LA PLATA	PTL	113.7 „
MALARGÜE	MAL	115.3 „
MARCOS JUAREZ	REZ	114.7 „
MARIANO MORENO	ENO	112.9 „
MENDOZA	MEN	114.9 „
MONTE CASEROS	MON	113.9 „
NEUQUEN	UEN	116.7 „
PEHUAJO	UAJ	112.7 „
POSADAS	PDS	114.9 „
RECONQUISTA	RTA	112.7 „
RIO GALLEGOS	EGO	116.7 „
RIO GRANDE	GRA	117.3 „
ROSARIO	ROF	117.3 „
SALTA	SAL	116.7 „
SAN ANTONIO DE ARECO	SNA	117.7 „
S. C. DE BARILOCHE	BHE	117.3 „
SAN FERNANDO	FDO	112.3 „
SANTA ROSA	STR	112.5 „
TANDIL	TAN	115.9 „
TRELEW	TLW	115.1 „
TUCUMAN	UMA	114.1 „
VIEDMA	VID	117.1 „
VILLA REYNOLDS	CED	115.7 „

1 FRASEOLOGIA RADIOTELEFONICA PARA TRIPULANTES.

1.1 GENERALIDADES.

1.2 Esta fraseología radiotelefónica para tripulantes ha sido confeccionada teniendo en cuenta las comunicaciones básicas con diferentes controles de Tránsito Aéreo. Las situaciones que se presenten al margen de estas comunicaciones deberán ser suplidas con una fraseología adecuada, concisa y lo más clara posible.

1.3 Se subdivide en fraseología para comunicación con torre de control en función de Servicio de Control de Aeródromo y Aproximación, y con el Centro de Control de Area. Cada una de ellas contempla fraseología para vuelos de llegada y de salida.

1.4 Toda comunicación obliga a una llamada inicial, la que una vez establecida permite continuar el contacto posterior entre los intervinientes. La O. A. C. I. ha establecido que todo procedimiento inicial de llamada en radiotelefonía entre un control y una aeronave debe ser como sigue:

..... Torre aquí .... cambio.	Ezeiza Torre, aquí Cessna LIMA QUEBEC ZULU KILO QUEBEC, cambio.
..... aquí ..... prosiga.	Cessna LIMA QUEBEC ZULU KILO QUEBEC; aquí Ezeiza Torre, prosiga.

1.5 La identificación de la aeronave puede expresarse utilizando cualesquiera de las siguientes formas:

a) Stinson LIMA VICTOR ALFA BRAVO CHARLIE (o ALFA CHARLIE solamente), es decir, incluyendo el tipo de aeronave, lo cual es generalmente útil para el control cuando no dispone de un plan de vuelo previo, o se trata de una aeronave que no frecuenta el aeródromo.

b) Argentina UNO TRES CERO, o sea la característica radiotelefónica aprobada de la empresa y el número de vuelo correspondiente. Al usar esta forma es imprescindible incluir este dato en el plan de vuelo, además de la matrícula.

c) Argentina ALFA BRAVO CHARLIE, característica radiotelefónica de la empresa y últimas letras de la matrícula. Cuando convenga, puede utilizarse el alfabeto de deletreo para las letras identificadoras de la matrícula.

1.6 Como se observará, en la fraseología que sigue se omiten los acuse de recibo de los mensajes, que es obvio reproducir en cada caso. Por lo tanto, debemos dar por sentado que a todo mensaje que curse un control a la aeronave el tripulante deberá responder:

Control	Tripulante
Cessna LIMA QUEBEC ZULU KI-Ezeiza Torre, aquí Cessna LI-LO QUEBEC, aquí Ezeiza Torre, autorizado su aterrizaje, cambio.	MA QUEBEC ZULU KILO QUEBEC, recibido.

1.7 Los tripulantes deben dar acuse de recibo a los controles de todo mensaje que éstos cursen, identificando su aeronave como en el ejemplo reglamentario. De lo contrario el control no tendrá la seguridad de que fue la aeronave con la cual estaba en comunicación, especialmente habiendo más de una aeronave jurisdicción. Los corresponsales deberán identificarse en cada comunicación la que dió el entendido, si tiene varias bajo su trabajando en la misma frecuencia.

1.8 Deberá tenerse especialmente en cuenta que la aplicación de una fraseología uniforme redundará en beneficio directo de los aeronavegantes y controladores.

1.9 Es importante que las tripulaciones complementen las presentes normas, con las contenidas en los Procedimientos P. C. Nº 4, donde se especifican los procedimientos radiotelefónicos a utilizar cuando una aeronave se comunica con una estación terrestre u otra aeronave.

2. FRASEOLOGIA RADIOTELEFONICA PARA TRIPULANTES EN COMUNICACION CON LA TORRE DE CONTROL EN FUNCION DE CONTROL DE AERODROMO.

2.1 LLEGADAS.

2.2 PROCEDIMIENTOS	EJEMPLOS
(Llamada e identificación.) Procedencia y destino) (Posición y nivel.) Descendiendo por visual o en condiciones meteorológicas visuales, instrucciones para el aterrizaje o para entrar a circuito de tránsito, cambio.	Ezeiza Torre, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, procedente de Mar del Plata, destino Ezeiza, 6 millas fuera, seis cero cero metros de altitud en condiciones meteorológicas visuales, instrucciones para entrar al circuito de tránsito, cambio.
Procedimiento de acuse de recibo de todos los mensajes cursados por el Control, ver Pág. 125.	Ezeiza Torre, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, recibido.
(Llamada e identificación.) En recta inicial, cambio.	

(Llamada e identificación.) En recta básica. (Informe de tránsito a la vista), cambio.	Ezeiza Torre, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, en recta básica, tengo a la vista un monomotor haciendo entrada directa a la pista cero cuatro, cambio.
(Llamada e identificación en (Informe de posición en el circuito o respecto a la pista), cambio.	Ezeiza Torre, Cessna ZULU KILO NOVEMBER, en aproximación directa para pista cero cuatro, cambio. Ezeiza Torre, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, en recta inicial, cambio.
(Llama e identificación en (Posición en el circuito) solicitamos permiso de aterrizaje y despegue inmediato, cambio. (Llamada e identificación) (Posición), solicitamos permiso para efectuar otra vuelta de pista, cambio. (Llamada e identificación) en (Posición en el circuito), solicitamos permiso de aterrizaje, cambio.	Ezeiza Torre, De Havilland YANKEE BRAVO MIKE, dos millas al Este, permiso para efectuar una recta básica a la derecha, cambio.
Nota. — Una vez aterrizado, el tripulante recibirá las instrucciones de rodaje correspondientes, limitándose al acuse de recibo; pero si el control de rodaje se efectúa en una frecuencia diferente, se le autorizará a pasar a esa frecuencia una vez abandonada la pista en uso y entonces deberá efectuar llamada al control de rodaje.	
(Llamada e identificación), aterrizado (Hora), instrucciones y permiso para rodar a plataforma, cambio. (Llamada e identificación), abandonando pista solicitamos permiso pasar a frecuencia de control de rodaje, cambio.	Ezeiza Torre, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, solicitamos permiso a tomar pista en uso y despegue, cambio.

(Llamada e identificación) en recta final divisamos obstáculos sobre pista, procedemos a dar motor y efectuar otro circuito, cambio.

(Llamada e identificación), solicitamos permiso giro ciento ochenta grados y volver a cabecera para nuevo despegue, cambio.

2.3 **SALIDAS**

2.4 El procedimiento inicial de llamada va generalmente con la solicitud de rodaje.

(Llamada e identificación), instrucciones y permiso para rodar a pista en uso, destino **(Localidad)**, cambio.

Nota. — Si se instruye al tripulante en el rodaje a probar motores en una calle de rodaje, deberá solicitar autorización para ingreso a pista una vez terminada la prueba. Si el rodaje se controlara en otra frecuencia, el tripulante será autorizado a pasar a la frecuencia de Control de Aeródromo **inmediatamente antes de entrar en la pista en uso.**

(Llamada e identificación), permiso a tomar pista en uso (o cabecera) y despegue, cambio.

Ezeiza Torre, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, aterrizado dos cinco, instrucciones y permisos para rodar a plataforma, cambio.

(Llamada e identificación), solicito permiso para efectuar viraje a la derecha, cambio.

(Llamada e identificación) sobre **(Posición)**, solicito permiso dejar frecuencia, cambio.

Ezeiza Torre, Cessna ZULO KILO NOVEMBER, sobre Monte Grande, solicito permiso dejar frecuencia, cambio.

(Llamada e identificación), solicito permiso efectuar un circuito de tránsito y aterrizaje, cambio.

3. FRASEOLOGIA RADIOTELEFONICA PARA TRIPULANTES EN COMUNICACION CON LA TORRE DE CONTROL EN FUNCION DE CONTROL DE APROXIMACION.

3.1 LLEGADAS.

3.2 PROCEDIMIENTOS	EJEMPLOS
(Llamada e identificación) sobre **(Posición) a (Nivel o altitud)**, solicito instrucciones y permiso para iniciar descenso, cambio.	Ezeiza Torre, Argentina, ALFA, BRAVO CHARLIE, procedente de Mar del Plata, destino Ezeiza, sobre radiofaro BUE a seis cero cero metros de altitud solicito instrucciones y permiso para iniciar descenso.
(Llamada e identificación) sobre **(Posición) a (Nivel o altitud)**, solicito permiso iniciar procedimiento de aproximación a instrumental, cambio.	
(Llamada e identificación), entrando en aproximación final informaremos a contacto, cambio.	Ezeiza Torre, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, entrando en aproximación final, Informaremos a contacto, cambio.
(Llamada e identificación) a contacto a (Altitud), solicito permiso para aterrizar, cambio.	Ezeiza Torre, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, a contacto a ciento ochenta metros de altitud, solicito permiso para aterrizar, cambio.
(Llamada e identificación) volando a la altitud crítica en condiciones meteorológicas a instrumental, procedemos a efectuar escape y solicitamos instrucciones, cambio.	

3.3 SALIDAS.

3.4 Como en nuestro pais el Servicio de Control de Aproximación y el Servicio de Control de Aeródromo es efectuado por la misma dependencia, o sea la Torre de Control, la fraseología a utilizarse en este apartado será la misma especificada en el 2.3 mientras la aeronave se halle volando VMC, excepto que junto con las instrucciones de rodaje, el tripulante debe recibir el procedimiento de salida del área terminal o cualquier otra instrucción complementaria a su vuelo IFR-IMC que debe conocerse antes de entrar en la jurisdicción del control siguiente (Centro de Control de Area, Centro de Control de Area Terminal). En caso de omitirse estas instrucciones el tripulante debe solicitárselas a la Torre de Control durante el rodaje y previo al despegue.

(Llamada e identificación), confirme plan de vuelo y procedimiento de salida, cambio.	Ezeiza Torre, Cessna ZULU KILO QUEBEC, confirme plan de vuelo y procedimiento de salida, cambio.

3.5 La aeronave solicita á al Control de Aproximación, abandonar su frecuencia en el punto de traspaso acordado por ese control, con el Centro de Control de Area o Centro de Control de Area Terminal correspondiente.

(Llamada e identificación), alcanzando **(Lugar, altitud o nivel, hora de traspaso de control)** a **(Altitud o nivel,)** solicito permiso para dejar frecuencia y pasar con **(dependencia)**, cambio.	Ezeiza Torre, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, alcanzando base de nubes a cuatro cero cero metros de altitud, solicito permiso para dejar frecuencia y pasar con Baires Control, cambio.

4. FRASEOLOGIA RADIOTELEFONICA PARA TRIPULANTES EN COMUNICACION CON UN CENTRO DE CONTROL DE AREA TERMINAL.

4.1 LLEGADAS.

(Llamada e identificación) procedente **(Localidad)**, destino **(Localidad)** a **(Hora)**, sobre (o través) **(Posición)** a **(Altitud o nivel)**, en condiciones meteorológicas **(VMC o IMC)**, solicito instrucciones, cambio.	Baires Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, procedente de Córdoba, destino Ezeiza, sobre San Antonio a dos cinco a uno ocho cero cero metros del nivel de vuelo, en condiciones meteorológicas a instrumental, solicito instrucciones, cambio.
(Llamada e identificación) a (Hora), abandonando (Altitud o nivel) en descenso para **(Altitud o nivel)**, cambio.	Baires Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, a tres uno abandonando uno ocho cero cero metros de nivel en descenso para uno dos cero, cero, cambio.
(Llamada e identificación) solicitamos mantener **(Altitud o nivel)** por **(Motivos)**, cambio.	Baires Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, solicitamos mantener uno cinco cero cero metros de nivel por turbulencia, cambio.
(Llamada e identificación a (Hora) sobre (Posición) a (Altitud o nivel), cambio.	Baires Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, a tres ocho sobre Escobar a uno cinco cero cero metros de nivel, cambio.

(Llamada e identificación, altitud o nivel), solicito cancelar mi plan de vuelo IFR a **(Hora)**. cambio.	Baires Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, nueve cero cero metros de nive , solicito cancelar mi plan de vuelo IFR a cuatro tres, cambio.

4.3 **SALIDAS.**

(Llamada e identificación), despegado a **(Hora)**, de **(Localidad)**, destino **(Localidad)**, volando a **(Atitud o nivel)**, solicitamos permiso ascenso a **(Altitud o nivel)** cambio.	Baires Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, despegado a cuatro cinco de Ezeiza, destino Córdoba, volando a cuatro cero cero metros de altitud, solicitamos permiso ascenso a uno ocho cero cero metros de nivel, cambio.
(Llamada e identificación) a (Hora) sobre (Posición) a (Altitud o nivel)), solicitamos permiso pasar a trabajar con **(Dependencia)**, cambio.	Baires Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, a cuatro nueve sobre San Antonio uno ocho cero cero metros de nivel, solicitamos permiso pasar a trabajar con Ezeiza Control, cambio.

5. FRASEOLOGIA RADIOTELEFONICA PARA TRIPULANTES EN COMUNICACION CON UN CENTRO DE CONTROL DE AREA.

5.1 NOTIFICACION DE DESPEGUE 5' DESPUES DE HABER EFECTUADO EL MISMO.

(Llamada e identificación) despegado **(Hora)** de **(Localidad)** a **(Altitud o nivel)** para **(Destino)**, cambio.	Ezeiza Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, despegado cuatro cinco de Ezeiza, nivel de vuelo uno ocho cero cero para Córdoba, cambio.

5.2 NOTIFICACION ANTES DEL CRUCE DE UNA AEROVIA.

(Llamada e identificación) cruzando aerovía **(Número)**, sobre **(Posición)**, a **(Hora, altitud nivel)**, cambio.	Ezeiza Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, cruzando aerovía treinta y nueve sobre Junín a uno ocho, nivel de vuelo uno ocho cero cero, cambio.

5.3 NOTIFICACION ABANDONANDO UNA ESPERA AL MISMO NIVEL DE VUELO DE LA ESPERA.

(Llamada e identificación), abandonando **(Posición)**, a **(Hora)**, cambio.	Ezeiza Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, abandonando Junín a tres cero, cambio.

5.4 NOTIFICACION ABANDONANDO CUALQUIER ESPERA O UN NIVEL DE CRUCERO PARA ALCANZAR OTRO NIVEL DE VUELO EN ASCENSO O DESCENSO.

(Llamada o identificación), abandonando (Altitud o nivel, hora), cambio.

Ezeiza Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, abandonando nivel de vuelo uno ocho cero cero a cuatro cinco, cambio.

5.5 NOTIFICACION ALCANZANDO NIVEL DE CRUCERO.

(Llamada o identificación, altitud o nivel, hora), cambio.

Ezeiza Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, nivel de vuelo dos cuatro cero cero a cinco ocho, cambio.

5.6 NOTIFICACION DE SOLICITUD DE CANCELACION DE PLAN DE VUELO IFR.

(Llamada e identificación, altitud o nivel), solicito cancelar mi plan de vuelo IFR a (Hora), cambio.

Ezeiza Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, nive de vuelo dos cuatro cero cero, solicito cancelar mi plan de vuelo IFR a dos cero, cambio.

5.7 NOTIFICACION PARA SOLICITAR INGRESO A UNA AEROVIA.

(Llamada o identificación, altitud o nivel), autorización incorporarme a aerovia (Número) a (Hora), cambio.

Ezeiza Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, nivel de vuelo dos cuatro cero cero, autorización incorporarme aerovia 133 a dos cinco, cambio.

5.8 NOTIFICACION PARA INFORME ESTIMA Y SOLICITUD DE DESCENSO Y ASCENSO.

(Llamada o identificación, altitud o nivel) estima (Posición), autorización descenso/ascenso para (Altitud o nivel), cambio.

Ezeiza Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, nivel de vuelo dos cuatro cero cero, estimando Laguna Larga a uno cero, autorización descenso para seis ce.o cero metros, cambio.

5.9 NOTIFICACION DE POSICION.

(Llamada e identificación, posición estimada, nivel de vuelo), volando en (condiciones meteorológicas), estimando (Posición) a (Hora), cambio.

Ezeiza Control, Argentina, ALFA BRAVO CHARLIE, Laguna Larga uno cero, nivel de vuelo nueve cero cero, condiciones meteorológicas visuales, estimando Córdoba a dos ocho, cambio.

CODIGO "Q"

A continuación se detallan algunas de las más usuales formas del Código "Q" las que generalmente son dadas para informar a los pilotos sobre condiciones meteorológicas o de estado de pistas o aeródromos:

QAM — ¿Cuál es la última información meteorológica de que dispone para..... (lugar)?

QAN — ¿Cuál es la dirección y velocidad del viento en la superficie en.....?

QAO — ¿Cuál es la dirección del viento (en grados geográficos) y la velocidad en cada uno de los niveles (en altura) sobre..... (referencia)?

QBA — ¿Cuál es la visibilidad horizontal en..... (lugar).

QBB — ¿Cuál es la cantidad, tipo y altura sobre la elevación oficial del Aeródromo de la base de nubes significativas en..... (lugar)?

QBD — ¿Durante cuántas horas más puede usted proseguir su vuelo? ¿Cuánto combustible le queda?

QBI — ¿Es obligatorio el vuelo con sujección al "IFR" en.....?

QEM — ¿En qué estado está la superficie de aterrizaje?

QFA — ¿Cuál es el pronóstico meteorológico para..... (ruta o zona)?

QFE — ¿Cuál es la presión atmosférica actual a elevación oficial del Aeródromo?

QFU — ¿Cuál es la dirección magnética (o número) de la pista que ha de utilizarse?

QFZ — ¿Cuál es el pronóstico meteorológico de Aeródromo para..... (lugar) durante el período entre..... horas?

QNT — ¿Cuál es la velocidad máxima de las ráfagas del viento de superficie en.....?

QTR — ¿Qué hora es exactamente?

QUJ — Indíqueme el rumbo (curso) VERDADERO que debo seguir para dirigirme a usted (con viento nulo).

Alfabeto fonético para deletreo

Radiotelefónico	*En Morse*	*Radiotelefónico*	*En Morse*
A .... Alfa	. -	N .... November	- .
B .... Bravo	- . . .	O .... Oscar	- - -
C .... Charlie	- . - .	P .... Papa	. - - .
D .... Delta	- . .	Q .... Quebec	- - . -
E .... Echo	.	R .... Romeo	. - .
F .... Foxtrot	. . - .	S .... Sierra	.
G .... Golf	- - .	T .... Tango	-
H .... Hotel	. . . .	U .... Uniform	. . -
I .... India	. .	V .... Víctor	. . . -
J .... Juliet	. - - -	W .... Wiskey	. - -
K .... Kilo	- . -	X .... X-Ray	- . . -
L .... Lima	. - . .	Y .... Yankee	- . - -
M .... Mike	- -	Z .... Zulú	- - . .

TABLA DE NIVELES DE CRUCERO APLICABLE A TODO EL ESPACIO AEREO DE JURISDICCION NACIONAL A PARTIR DEL 25 DE AGOSTO DE 1966

	RUMBO O DERROTA MAGNETICA												
	De 000° a 179°						De 180° a 359°						
	Columna 1			Columna 2			Columna 3			Columna 4			
	VUELOS IFR Impares de 1.000 (en pies)			VUELOS VFR Impares de 1.000 más 500'			VUELOS IFR Pares de 1.000 (en pies)			VUELOS VFR Pares de 1.000 más 500'			
	FL	ALTITUDES Y ALTURAS		FL	ALTITUDES Y ALTURAS		FL	ALTITUDES Y ALTURAS		FL	ALTITUDES Y ALTURAS		
		Metros	Pies		Metros	Pies		Metros	Pies		Metros	Pies	
Espacio aéreo inferior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	150	500	Separación mínima: Entre vuelos VFR o IFR 300 mts. Entre vuelos VFR e IFR 150 mts.
	10	300	1000	15	450	1500	20	600	2000	25	750	2500	
	30	900	3000	35	1050	3500	40	1200	4000	45	1350	4500	
	50	1500	5000	55	1700	5500	60	1850	6000	65	2000	6500	
	70	2150	7000	75	2300	7500	80	2450	8000	85	2600	8500	
	90	2750	9000	95	2900	9500	100	3050	10000	105	3200	10500	
	110	3350	11000	115	3500	11500	120	3650	12000	125	3800	12500	
	130	3950	13000	135	4100	13500	140	4250	14000	145	4400	14500	
	150	4550	15000	155	4700	15500	160	4900	16000	165	5050	16500	
	170	5200	17000	175	5350	17500	180	5500	18000	185	5650	18500	
	190	5800	19000	195	5950	19500	200	6100	20000				
Espacio aéreo superior Vuelos VFR prohibidos	210	6400	21000				220	6700	22000				
	230	7000	23000				240	7300	24000				
	250	7600	25000				260	7900	26000				
	270	8250	27000				280	8550	28000				
	290	8850	29000				310	9450	31000				Separación mínima: 600 mts.
	330	10050	33000				350	10650	35000				
	370	11300	37000				390	11900	39000				
	410	12500	41000				430	13100	43000				
	450	13700	15000				470	14350	47000				
	490	14950	49000				510	15550	51000				
	etc.	etc.	etc.				etc.	etc.	etc.				

Para el empleo de la tabla, recordar que de acuerdo al ajuste del altímetro, sus indicaciones serán:

a) Para NIVELES DE VUELO (FL): Cuando esté ajustada su ventanilla Kollsman en 1.013,25 mb ó 29.92".

b) Para ALTITUDES: Cuando esté ajustado para la presión media del nivel del mar (QNH). En este caso no se deberán usar las columnas correspondientes a niveles de vuelo (FL).

c) Para ALTURAS: Cuando esté ajustado para la presión de una estación o aeródromo determinado (QFE). Tampoco en este caso se deberán usar las columnas correspondientes a niveles de vuelo (FL).

Los Vuelos VFR están prohibidos en la Región Superior de Información de Vuelo; en el espacio aéreo inferior entre la puesta y la salida del sol y cuando se vuele de día sobre el mar de 20 millas náuticas (36 kilómetros) del litoral durante más de una (1) hora.

ABREVIATURAS Y SEÑALES VARIAS

ATC — Control de Tránsito Aéreo.
ETA — Hora prevista de llegada
ETD — Hora p evista de partida.
ETI — La información es ESTIMADA.
FIR — Región de información de vuelo.
IFR — Reglamento de vuelo por instrumentos.
ILS — Sistema de aterrizaje por instrumentos.
VFR — Reglamento de vuelo visual (vuelo por contacto).

Soluciones a los problemas de navegación

Nº 1. Tiempo empleado 02:06 horas, combustible consumido 33.500 litros.
„ 2. El desvío compás es + 1°.
„ 3. El desvío compás es — 2°.
„ 4. A la derecha 3 kilómetros.
„ 5. 33° 13' Sud. 59° 44' Oeste.
„ 6. El aeródromo GUALEGUAY.
„ 7. 00:29 horas.
„ 8. 0°, por ese lugar para a línea agónica.
„ 9. Aeródromo "LAGUNA DE GOMEZ".
„ 10. 2° E.
„ 11. 328°.

Requisitos que deberá cumplimentar el instructor de vuelo para presentar a los alumnos a examen

1. Toda la documentación correspondiente a las instrucciones de las páginas 9 y 11 de este manual.

2. Libro de Vuelo y Curso de Instrucción Reconocida para Piloto Privado de Avión, prolija y correctamente confeccionado de acuerdo a las instrucciones contenidas en la página 3 del mismo.
   Toda la actividad estará debidamente certificada y el resumen del total registrado figurará en el lugar previsto para ello en la página 5 del citado libro.

NOTA: Se recomienda muy especialmente el cumplimiento de las instrucciones relativas a la documentación del alumno, en particular las correspondientes a la autorización de los menores de edad y al recibo de la autorización psicofisiológica antes de permitirle la iniciación del curso.

Los extranjeros podrán presentar como documento de identidad su pasaporte o cédula de identidad argentina.

Lo que considero necesario para un vuelo seguro o el decálogo del buen piloto

1. Para el vuelo que me ha propuesto realizar me hallo habilitado tanto físicamente como mental y aeronáuticamente; o sea, estoy seguro que será un vuelo que ofrecerá garantías dentro de los límites operativos aprobados.
2. Conozco la técnica de operación correcta de mi aeronave y tomaré todas las precauciones para asegurar que mi aeronave se encuentre en perfecto estado de aeronavegabilidad.
3. Conozco mis propias limitaciones.
4. Desde el principio hasta el final del pilotaje en este vuelo, mantendré una vigilancia constante, teniendo presente el riesgo que corren mis acompañantes y el material que está a mi cargo mientras soy el piloto al mando.
5. Estoy familiarizado con las características de vuelo y las limitaciones de mi aeronave habiendo estudiado y repasado todos los procedimientos posibles de emergencia, hasta poder ejecutarlos eficientemente bajo las tensiones de una emergencia real.
6. Conozco a fondo las condiciones prevalecientes del tiempo atmosférico que comprenden mis zonas de operaciones, y he reflexionado debidamente sobre las maniobras alternativas, dado el caso de cambios imprevistos en el estado de la atmósfera mientras estoy en vuelo.
7. En cada fase o etapa del vuelo tendré dominio sobre la aeronave y seré "el dueño de la situación".
8. Si en cualquier circunstancia que me encuentro, veo que *no* es aconsejable proseguir el vuelo, llevaré a cabo un aterrizaje por precaución. Si el estado del tiempo no es favorable; si los vientos son adversos o la autonomía de mi aeronave no se encuadra dentro de los márgenes de seguridad de un correcto Plan de Vuelo; si verifico cualquier condición o discrepancia en mi planeador o motor, que no puedo explicar —todas éstas serán condiciones previas por las cuales podré suspender mi vuelo.
9. Me acordaré siempre que mi vuelo no ha finalizado hasta que la aeronave ha sido detenida con el o los motores fuera de funcionamiento.
10. Tomaré los apuntes pertinentes al vuelo y analizaré con las personas que posean conocimientos aeronáuticos mi operación incorrecta o errores de juicio relacionados con mi vuelo, aunque éstos hayan pasado inadvertidos por los demás. Si hago esto, puedo, quizás beneficiar a otros pilotos o descubrir cualquier defecto en mi propia técnica de pilotaje, que requiera perfeccionamiento.

C. A. B.
Departamento de Seguridad de Vuelo.

Traducción efectuada por el Departamento de Aviación Civil, USAID.
Buenos Aires, Argentina.

¡Al Fin Solo!...

Por la presente se certifica que hoy,

día ..... de ..... de 19.....

.....

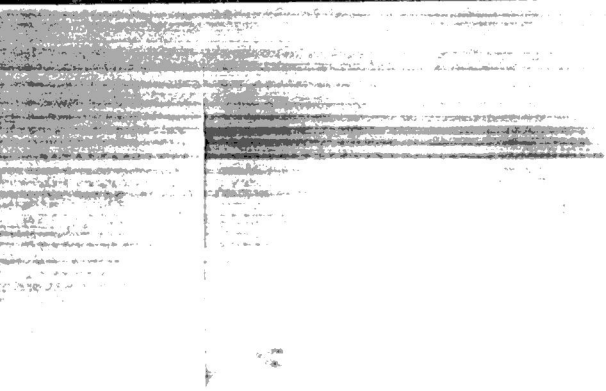
solo y sin ayuda de nadie, salió y regresó a

.....

realizando de este modo, satisfactoriamente, su primer vuelo sin instructor.

.....

INSTRUCTOR DEL VUELO



INDICE

Pág.

Instrucciones para iniciar el curso 9

NOCIONES DE AERODINAMICA Y TEORIA DEL VUELO

La atmósfera 13
Perfiles aerodinámicos 13
Efectos del aire sobre un perfil aerodinámico 14
Diferentes factores que afectan la sustentación y la resistencia al avance.
Angulo de ataque 15
Relación entre ángulo de ataque y sustentación 16
Efecto de la velocidad en la sustentación y la resistencia al avance 17
Efectos de la densidad del aire en la sustentación y resistencia al avance . 17
Espesor y forma de los perfiles aerodinámicos 18
Dispositivos hipersustentadores 19
Diferentes tipos de flaps 19
Ranuras 20
Aletas hipersustentadoras 20
Frenos aerodinámicos 21
Spoilers 21
Fuerzas y momentos que actúan en un avión en vuelo 22
Torque, cupla o par de torsión de la hélice 23
El factor "P" 23
Los tres ejes del avión 25
Estabilidad 26
Efectos del viento sobre el avión en vuelo y durante el aterrizaje 27
Efecto de veleta 29
Factor de carga 30
Factor de carga límite 30
Aceleraciones debidas al bastón de mando en vuelo horizontal 30
Aceleraciones producidas por las ráfagas 30
Aceleraciones a las salidas de las picadas 31
Efectos fisiológicos de las aceleraciones 31
Definiciones 31
Aumento del factor de carga en los giros 31

NOCIONES DE AERONAVES Y MOTORES

Pág.

Nomenclatura de las distintas partes que componen un avión 37
Mandos de las aeronaves y acción de los mismos 38
Dispositivos de compensación 40
Generalidades sobre construcción de aeronaves 41
Cuidado y mantenimiento de las aeronaves 41
Inspección previa al vuelo 42
Puesta en marcha, calentamiento y detención del motor 45
Aviones equipados con arranque 46
Calentamiento del motor 47
Prueba del motor 48
Detención del motor 48
Mandos del motor, consecuencia del mal uso de los mismos 48
Aire caliente al carburador 50
Control de mezcla 51
Control del paso de hélice 53
Motores a explosión, principio de funcionamiento 54
Sistema de enfriamiento de los motores 56
Uso del combustible y lubricante apropiados 57
Detonación 58
Definiciones 58
Prevención de la contaminación del combustible 59

NOCIONES DE INSTRUMENTO DE VUELO

El tubo pitot y el sistema estático 63
Altímetro 64
Efectos de la presión atmosférica y la temperatura sobre las marcaciones del altímetro 64
Tipos de altura 66
Velocímetro 71
Variómetro 74
Brújula o compás magnético 74
Errores de la brújula o compás 75
Compensación de la brújula 75
Instrumentos giroscópicos 77
Indicador de giros y virajes 77
Giro direccional 79
Horizonte artificial 80
Instrumentos del motor 81
Taquímetro 81
Manómetro de presión de aceite 81
Indicador de la temperatura de aceite 81

NOCIONES DE METEOROLOGICA

Estructura de la atmósfera 88

Pág.
El oxígeno y el cuerpo humano 83
Elementos de meteorología, cartas del tiempo 85
Las nubes 85
Tipos de nubes 86
Estado del tiempo 86
Visibilidad 86
Presión 87
Temperatura 87
Humedad 87
Relación entre la temperatura y el punto de rocío 87
Viento 88
Techo 88
Precipitación 88
Cartas del tiempo 89
Líneas usadas en las cartas del tiempo 89
Areas de precipitación 89
Efectos de la variación de la temperatura 90
Humedad y condensación 90
Cambios adiabáticos 90
Masas de aire 91
Clasificación de las masas de aire 91
Frentes 92
Características de un frente caliente 92
El vuelo en dirección a un frente caliente 93
Características de un frente frío 94
El vuelo en dirección a un frente frío 94
El porqué del estudio de la meteorología 95

NOCIONES DE NAVEGACION AEREA

La forma de la tierra 97
Eje terrestre 97
Círculos máximos y menores — Ecuador, meridiano y paralelos 97
Coordenadas geográficas — Longitud y latitud 97
Magnetismo terrestre — Su influencia sobre la brújula magnética 98
Cartas aeronáuticas — Su empleo 98
Escalas 99
Representación gráfica — Trazado de los rumbos y medida de las distancias en las cartas aeronáuticas 99
Vuelos de travesía — Condiciones meteorológicas que deben evitarse en los mismos 100
Efecto de la topografía en los vientos 100
Clases de navegación 101
Triángulo de velocidades — Método gráfico 102
Declinación magnética — Cómo corregirla 103
Desvío del compás — Cómo corregirlo 104

Pág.

Computadores aeronáuticos — Su uso 104
Planilla de verificación de navegación visual 107
Plan de vuelo 108
Problemas a resolver con fines de práctica 110

REGLAMENTACIONES DE VUELO 111
EQUIPOS RADIOELECTRICOS UTILIZADOS A BORDO DE LAS AERONAVES 125
Equipo Omnidireccional VOR 127
Limitaciones del VOR 138
Estaciones VOR en nuestro país 140
Fraseología radiotelefónica 141
Tablas de niveles de crucero 150
Soluciones a los problemas de navegación 151
Requisitos que deberá cumplimentar el instructor de vuelo para presentar a los alumnos a examen 161
Lo que considero necesario para un vuelo seguro 162